



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# ETURAUHASSYÖPÄPOTILAAN $^{68}\text{Ga}$ -PSMA- TUTKIMUS

Opas röntgenhoitajaopiskelijoille

Toni Jarkko

Tiina Lankinen

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2017  
Röntgenhoitajakoulutus



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Röntgenhoitajakoulutus

JARKKO, TONI & LANKINEN, TIINA:  
Eturauhassyöpöpotilaan  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimus  
Opas röntgenhoitajaopiskelijoille

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 11 sivua  
Lokakuu 2017

---

Vuonna 2015 Suomessa tehtiin 9 545 PET-tutkimusta. Tutkimusten määrä kasvoi huomattavasti – 50,2 % verrattuna vuoteen 2012, jolloin vastaava tutkimusmäärä oli 6 354. Useat lääketieteen erikoisalajat, erityisesti onkologia, eivät voisi nykypäivänä toimia korkealaatuisesti ilman PET-TT-kuvantamista. Erilaisia radioaktiivisia lääkkeitä hyväksikäyttäen voidaan diagnosoida ja tarkastella lähes kaikkia syöpäkasvaimia sekä niiden levinneisyyttä.  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimusta hyväksikäyttäen voidaan tutkia eturauhassyöpää: paikantamaan kasvain, määrittämään sen koko sekä tutkimaan sen levinneisyyttä kehossa.

Ammattitaitoa edistävässä harjoittelussa opiskelija oppii tekemällä ja perehtyy tulevan ammattinsa työtehtäviin yhdistelemällä opinnoissa saatua tietoa ja taitoja. Ammattitaitoa edistävä harjoittelu on opiskelijalle tilaisuus saada käytännön kokemusta työelämästä sekä mahdollisuus nähdä koulussa teoriassa opittujen asioiden merkitys työelämässä. Harjoittelun aikana opiskelijan ammatillinen identiteetti sekä työyhteisössä vaadittavat taidot kehittyvät ja hän pääsee kasvattamaan osaamistaan työtehtävien äärellä. Tampereen ammattikorkeakoulussa isotooppitutkimusten harjoittelu kestää viisi viikkoa, ja sen aikana opiskelijat pääsevät tutustumaan PET-TT-tutkimuksiin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden tietoutta  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA:n käytöstä eturauhassyöpän tutkimuksessa. Tarkoituksena oli suunnitella, toteuttaa ja arvioida opas  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksen suorittamista varten. Opinnäytetyö on toiminnallinen, ja sen lopputuloksena syntynyt produkti, eli opas, laadittiin teoreettisen viitekehyksen sekä työelämän havainnoinnin pohjalta. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos.

Opinnäytetyön raportti sisältää teoreettisen viitekehyksen sekä kuvauksen opinnäytetyöprosessin etenemisestä ja opinnäytetyön tuotteena tehdyn oppaan valmistamisesta. Opas esittelee  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksen suorittamisen vaihe vaiheelta ja kertoo lukijalleen kyseisen tutkimuksen taustoja sekä säteilyturvallisen työskentelyn perusteita isotooppiasotolla. Valmis opas tutustuttaa opiskelijan tutkimuksen suorittamiseen ammattitaitoa edistävän harjoittelun aikana.



## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme of Radiography and Radiotherapy

JARKKO, TONI & LANKINEN, TIINA:  
<sup>68</sup>Ga-PSMA Imaging of Patients with Prostate Cancer  
A Guidebook for Radiography Students

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 11 pages  
October 2017

---

The number of PET scans have increased by over 50% in Finland during the last three years. Almost all malignant tumors can be examined and diagnosed using various radioactive medicine. <sup>68</sup>Ga-PSMA PET-CT imaging can localize metastatic prostate cancer cells more specifically than many of the traditional and more commonly used methods and it is slowly replacing them.

The aim of this study was to increase the knowledge of radiography students concerning <sup>68</sup>Ga-PSMA imaging. The main goal is that the guidebook helps radiography students to perform the examination during their practical training. The purpose of this study was to plan, compile and evaluate a guidebook on <sup>68</sup>Ga-PSMA imaging.

The theoretical framework of this study includes chapters of technical aspect of PET-CT, biochemical manufacture of gallium-68 and standpoints of radiation protection together with John Dewey's theory of *learning by doing* and how it applies to practical training in universities of applied sciences.

The contents of the guidebook were designed on the basis of literature presented in the theoretical framework of this study. The guidebook introduces how <sup>68</sup>Ga-PSMA examination is performed phase by phase beginning from a patient's arrival to hospital. Radiation protection aspects and the most important terms concerning <sup>68</sup>Ga-PSMA imaging are also presented in the guidebook.

The study was conducted in cooperation with the Pirkanmaa Hospital District's Imaging Centre.

---

Key words: learning by doing, nuclear medicine, positron emission tomography, practical training, radiation protection

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	<sup>68</sup> Ga-PSMA-TUTKIMUS .....	7
2.1	Tutkimuksen merkitys lääketieteessä .....	7
2.2	Aineen valmistus ja toimintaperiaate.....	8
2.3	Tutkimuksen laitetekniikka .....	9
2.4	Tutkimuksen suorittaminen .....	11
2.5	Säteilysuojelu.....	13
3	TEKEMÄLLÄ OPPIMINEN AMMATTITAITOA EDISTÄVÄSSÄ HARJOITTELUSSA.....	17
3.1	Tekemällä oppiminen .....	17
3.2	Ammattitaitoa edistävä harjoittelu ammattikorkeakoulussa.....	18
3.3	Isotooppitutkimusten harjoittelu Tampereen ammattikorkeakoulussa.....	19
4	TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ PROSESSINA .....	21
4.1	Toiminnallinen opinnäytetyö menetelmänä .....	21
4.2	Oppaan suunnittelu, toteutus ja arviointi .....	22
5	POHDINTA .....	25
5.1	Opinnäytetyöprosessin arviointi .....	25
5.2	Työn eettisyys ja luotettavuus .....	28
5.3	Oma oppimiskokemus ja jatkotutkimusaiheet.....	29
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET .....	34
	Liite 1. Kuvauslupa .....	34
	Liite 2. Opas .....	35

## 1 JOHDANTO

Fuusiokuvantaminen, jonka tavoitteena on yhdistää isotooppitutkimuksista saatava biologinen informaatio anatomiseen kuvaan, on yleistynyt Suomessa 2000-luvun puolivälistä lähtien. Nykyään PET-TT-laite löytyy kaikista Suomen yliopistosairaaloista sekä suurimmista keskussairaaloista. PET-TT-yhdistelmäkuvantaminen on korvannut pelkän PET-kuvantamisen täysin diagnostisessa mielessä. (Knuuti & Kajander 2016.) Onkologiset kuvausaiheet ovat yleisimpiä PET-TT-tutkimuksia. Radioaktiivisia lääkkeitä käyttäen voidaan diagnosoida ja tarkastella lähes kaikkia syöpäkasvaimia sekä niiden levinneisyyttä ihmiskehossa. (STUK 2016a, 31.)

Eturauhassyöpä on miesten yleisin syöpä Suomessa, siihen sairastuu vuosittain n. 4500 henkilöä (Käypä hoito-suositus 2014).  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimus on noussut viime vuosien aikana muiden menetelmien rinnalle eturauhassyövän kuvantamisessa ja sitä voidaan käyttää hyväksi monissa kysymyksenasetteluissa. Tutkimusta käytetään primäärin syövän tarkkaan paikantamiseen ja kasvaimen koon määrittämiseen. Lisäksi syövän leviämisen läheisiin lantion alueen imusolmukkeisiin sekä syövän mahdollinen diffuusio eli leviäminen etäpesäkkeinä voidaan selvittää tutkimusta apuna käyttäen.  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA -tutkimuksen käyttö soveltuu myös tapauksiin, joissa eturauhasen poiston jälkeen potilaalla on todettu kohonnut PSA-arvo.  $^{68}\text{Ga}$ -Galliumin käyttö on yleistynyt, kun sen spesifisyys on monissa vertailuissa ja tutkimuksissa todettu perinteisiä koliini-pohjaisia menetelmiä paremmaksi (Kuvantamiskeskus- ja Apteekkiliikelaitos 2016a; Perera ym. 2016, 927; Schreiter ym. 2016, 1037.)

Ammattikorkeakouluissa, joista valmistuu käytännönläheisien ammattien osaajia, tekemällä oppiminen on tärkeä opetusmenetelmä. Röntgenhoitajakoulutuksessa tekemällä oppiminen korostuu erityisesti ammattitaitoa edistävissä harjoitteluissa. Ammattikorkeakoulun harjoittelujaksojen on todettu olevan merkityksellisiä opiskelijan osaamisen, ammatillisen identiteetin sekä erityisesti työelämätaitojen kehittymisen kannalta. (Ahola ym. 2005, 86; Salakari 2009, 143; Luojus 2011, 19.) Opetusministeriön mukaan ammattitaitoa edistävän harjoittelun tavoitteena on opiskelijan perehtyminen tulevan ammattinsa keskeisiin työtehtäviin sekä ammattiopinnoista saadun tiedon ja taidon soveltaminen työelämässä (OPM 2006, 14).

Tämän opinnäytetyön teoriaosassa käydään läpi  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksen merkitystä lääketieteessä, PET-TT-kuvantamisen perusteita ja perehdytään  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksen suorittamiseen sekä siihen liittyviin säteilysuojelunäkökohtiin. Lisäksi työssä esitellään, mitä ammattikorkeakoulun ammattitaitoa edistävä harjoittelu isotooppiosastolla pitää sisällään ja millaista tekemällä oppiminen on ammattikorkeakouluopiskelijan näkökulmasta. Lisäksi työssä esitellään toiminnallisen opinnäytetyön menetelmää sekä tuotteen suunnittelua, toteutusta ja arviointia. Valmis tuote on opas  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksesta röntgenhoitajaopiskelijoille.

Opinnäytetyön **tavoitteena** on lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden tietoutta  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA:n käytöstä eturauhassyövän tutkimuksessa. Tavoitteena on, että valmis opas auttaa röntgenhoitajaopiskelijoita suorittamaan  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksen ammattitaitoa edistävässä harjoittelussa. Opinnäytetyön **tarkoituksena** on suunnitella, toteuttaa ja arvioida opas  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksen suorittamista varten. Yhteistyökumppanina toimii Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos.

## 2 <sup>68</sup>Ga-PSMA-TUTKIMUS

### 2.1 Tutkimuksen merkitys lääketieteessä

Eturauhassyöpä on miesten yleisin syöpä Suomessa. Vuonna 2014 uusia tautitapauksia todettiin 4 596 ja tautia sairastavia potilaita oli yhteensä noin 47 500. Eturauhassyöpä-diagnoosien määrät nousivat vuoteen 2005 asti lisääntyneiden PSA-testauksien johdosta. Tautien varhaisemman toteamisen sekä kehittyneiden hoitojen ansiosta ennuste on parantunut viimeisen 15 vuoden aikana. (Käypä hoito –suositus 2014; Suomen Syöpärekisteri 2016a; Suomen Syöpärekisteri 2016b.)

PET-tutkimusten määrät ovat olleet viime vuosina merkittävässä kasvussa. Suomessa tehtiin 6 354 PET-tutkimusta vuonna 2012. Vuonna 2015 tutkimusten määrä oli 9 545 kappaletta. PET-tutkimusten määrä kasvoi 50,2 % verrattuna vuoteen 2012. (Kaijaluoto 2014, 11,15; STUK 2017b.) Isotooppitutkimuksiin käytettäviä kuvantamislaitteita oli Suomessa vuonna 2015 yhteensä 60 kappaletta. Niistä 14 oli erilaisia PET-laitteita (PET, PET-TT tai PET-MRI). (STUK 2017b.)

Nykypäivänä useat lääketieteen erikoisalajat, erityisesti onkologia, eivät voisi toimia korkealaatuisesti ilman PET-TT-kuvantamista (Teräs 2016, 46). Onkologiset kuvausaiheet ovatkin yleisimpiä PET-TT-tutkimuksia. Erilaisilla radioaktiivisilla lääkkeillä voidaan diagnosoida ja tarkastella lähes kaikkia syöpäkasvaimia sekä niiden levinneisyyttä. (SNMMI 2012; STUK 2016a, 31.) <sup>68</sup>Ga-PSMA-tutkimus on noussut viime vuosien aikana muiden menetelmien rinnalle eturauhassyövän kuvantamisessa, koska sen spesifisyys on tutkimuksissa todettu perinteisiä menetelmiä paremmaksi (Kuvantamiskeskus- ja Apteekkiliikelaitos 2016a; Schreiter ym. 2016, 1037).

<sup>68</sup>Ga-PSMA-tutkimusta voidaan käyttää hyväksi monissa eturauhassyöpään liittyvissä kysymyksenasetteluissa. Sen avulla saadaan paikannettua eturauhassyöpäkasvain tarkasti ja kasvaimen koko saadaan selville. Syövän leviäminen läheisiin lantion alueen imusolmukkeisiin sekä syövän mahdollinen diffuusio eli leviäminen etäpesäkkeinä voidaan selvittää tutkimusta apuna käyttäen. <sup>68</sup>Ga-PSMA -tutkimuksen käyttö soveltuu myös tapauksiin, missä eturauhasen poiston jälkeen potilaalla on todettu kohonnut PSA (prostata-

pesifinen antigeeni) -arvo. TAYSissa tutkimuksen primääri-indikaationa on paikantaa uusiutunut eturauhassyöpä sekä erottaa paikallinen tauti laajalle levinneestä. (Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016a.)

PSMA eli prostataspesifinen kalvoantigeeni (prostate specific membrane antigen) on 750 aminohaposta muodostunut, eturauhasen solukalvon pintaepiteelisoluissa sijaitseva glykoproteiini. PSMA:ta esiintyy pienissä määrin myös muissa elimissä eturauhasen lisäksi. Näitä ovat perna, maksa, sylkirauhaset ja aivot. Määrät muissa kudoksissa ovat kuitenkin huomattavasti pienemmät kuin eturauhasessa. PSMA:ta esiintyy runsaasti eturauhassyöpäsoluissa ja niiden metastaaseissa eli etäpesäkkeissä. Määrät voivat olla jopa 1000-kertaisia vastaaviin terveisiin eturauhassoluihin verrattuna. (SNMMI 2012; Mease, Foss & Pomper 2013, 4; Perera ym. 2016, 927; Schreiter, Reimann, Geisel & Schreiter 2016, 1038.)

$^{68}\text{Ga}$ -isotoopin on todettu sitoutuvan PSMA:n kohdereseptoreihin herkästi ja hyvin suurella tarkkuudella. Tästä syystä  $^{68}\text{Ga}$ :lla leimatut radioaktiiviset lääkkeet ovat nopeasti syrjäyttämässä tavanomaisia pitkään käytössä olleita koliini-pohjaisia radioaktiivisia lääkkeitä eturauhassyövän isotooppitutkimuksissa. Koliiniin pohjautuvat radioaktiiviset lääkkeet eivät ole kasvainspesifejä siinä missä  $^{68}\text{Ga}$ . Niiden hyöty eturauhassyövän perusdiagnostiikassa on rajallinen, erityisesti pienten kasvainten ja imusolmukemetastaasien yhteydessä. (Perera ym. 2016, 927; Schreiter ym. 2016, 1038–1039.)

## 2.2 Aineen valmistus ja toimintaperiaate

Gallium-68 on  $\beta^+$ -säteilevä isotooppi, jonka puoliintumisaika on noin 68 minuuttia. Se on Germanium-68:n tytärisonotooppi. (Velikyan 2014, 56.)  $^{68}\text{Ge}$ :n hajoaminen  $^{68}\text{Ga}$ :ksi tapahtuu radioisotooppigeneraattorissa, missä suhteellisen pitkäikäinen emoisonotooppi ( $^{68}\text{Ge}$   $T_{1/2} \approx 271\text{d}$ ) hajoaa lyhytikäisemmäksi tytärisonotooppiksi ( $^{68}\text{Ga}$   $T_{1/2} \approx 68\text{min}$ ) (Korpela 2004, 225; Velikyan 2015, 12915).  $^{68}\text{Ga}$  hajoaa edelleen  $^{68}\text{Zn}$ :ksi, joka on stabiili, ei radioaktiivinen, isotooppi (Velikyan 2015, 12924).

Syntynyt tytärisonotooppi saadaan generaattorista ulos eluoimalla. Eluointi tapahtuu käytämällä eluointiliuosta, johon vain tytärisonotooppi liukenee, emoisonotooppin jäädessä radioisotooppigeneraattoriin. Tämä on helppo ja yksinkertainen tapa erottaa tytärisonotooppi

emostaan. (Korpela 2004, 225.) Eluointi perustuu siihen, että kaksi ominaisuuksiltaan erilaista ainetta (tässä  $^{68}\text{Ge}$  ja  $^{68}\text{Ga}$ ) saadaan erotettua toisistaan käyttäen hyväksi esimerkiksi niiden erilaisia kemiallisia ominaisuuksia.  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ -generaattorissa käytettävä emoisotooppi  $^{68}\text{Ge}$  tuotetaan syklotronissa sen emon ollessa vakaa  $^{69}\text{Ga}$ -isotooppi. Saatu  $^{68}\text{Ge}$  sijoitetaan generaattorin sisään, missä se spontaanisesti hajoaa  $^{68}\text{Ga}$ :ksi ja josta se eluoimalla saadaan käytettäväksi. Eluointiliuoksena käytetään yleisesti HCL-liuosta eli suolahappoa. (Velikyan 2015, 12915–12917.)

$^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ -generaattorilla on pitkä käyttöikä  $^{68}\text{Ge}$ :n puoliintumisajasta johtuen. Generaattori on helppokäyttöinen verrattaessa tilanteeseen, missä aina kun  $^{68}\text{Ga}$ :lle olisi tarvetta, se tuotettaisiin valmiiksi syklotronilla. Tämä vaatisi suuret ja kalliit käyttötilat, paljon energiaa sekä erikseen koulutetun käyttöhenkilökunnan. (Velikyan 2015, 12915.) Generaattorin käytön helppous ja kustannustehokkuus ovat sen suurimpia etuuksia reaktoreihin ja syklotroneihin verrattaessa (Velikyan 2014, 52). Nykyaikaiset  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ -generaattorit täyttävät monilta osin ihanteellisen generaattorin kriteerit: tehokas emo- ja tytär-isotoopin erotus toisistaan ja  $^{68}\text{Ge}$ :n pitkä puoliintumisaika, joka mahdollistaa  $^{68}\text{Ga}$ :n nopean määrän lisääntymisen eluoinnin jälkeen. Lopullinen isotooppi ( $^{68}\text{Zn}$ ) on vakaa, eikä aiheuta säteilyannosta potilaalle. Lisäksi etuja ovat generaattorin pitkä käyttöikä sekä generaattorin tehokas säteilysuoja, joka vähentää sitä käyttävien röntgenhoitajien säteilyannosta. (Velikyan 2015, 12918.) Viime vuosien aikana on onnistuttu kehittämään entistä paremmin edellä mainittuja kriteerejä omaavia  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ -generaattoreita, mikä on ollut osaltaan lisäämässä  $^{68}\text{Ga}$ :n käyttöä lääketieteessä (Velikyan 2014, 56, 58).

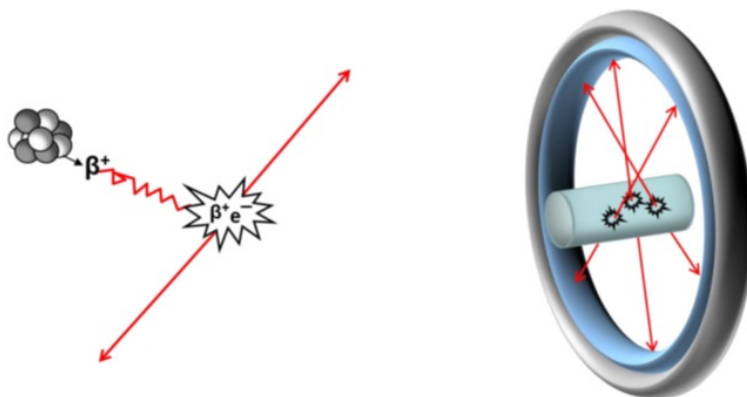
### 2.3 Tutkimuksen laitetekniikka

$^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksessa käytettävä PET-TT on fuusiokuvantamista, jossa yhdistyy PET eli positroniemissiotomografia- ja TT eli tietokonetomografia. Samassa kuvaustilanteessa saadaan kehon toiminnasta kertova PET-kuva sekä anatominen TT-kuva, jotka voidaan yhdistää toisiinsa. PET-kuva näyttää radioaktiivisen lääkkeen kertymän esimerkiksi syöpäkasvaimessa tai sen metastasissa ja TT-kuva auttaa paikantamaan löydöksen tarkan sijainnin ihmiskehossa. (Knuuti & Kajander 2016; STUK 2016a, 31; Teräs 2016, 46.)

PET-TT-laite on tietokonetomografialaite, joka sisältää isotooppikuvantamiseen käytetyn PET-kameran. Kuvaus voidaan tehdä ilman potilaan siirtymistä laitteesta toiseen. (Knuuti

& Kajander 2016.) PET-TT on tarkempi kuvausmenetelmä verrattaessa erikseen tehtyihin PET- ja TT-kuvauksiin, koska radioaktiivisen lääkkeen kertymät saadaan paikannettua anatomisiin kohteisiin ja TT:n avulla voidaan tehdä kuvasarjan vaimennuskorjaus. Vaimennuskorjauksella tarkoitetaan säteilyn vaimenemisen aiheuttamien vääristymien korjaamista. Säteily vaimenee kulkiessaan ihmiskehon läpi eri kudosten tiheyseroista johtuen ja aiheuttaa näin ollen vääristymiä saapuessaan kuvadetektorille. (Seppänen ym. 2011, 1118; Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016a; STUK 2016a, 13.)

Positroniemissiotomografia perustuu nimensä mukaisesti positroniemissioon eli isotoopin radioaktiiviseen hajoamiseen  $\beta^+$ -säteilynä. Kun isotoopin atomiytimen yksi protoni muuttuu neutroniksi, syntyy epästabiili isotooppi, joka hajoaa  $\beta^+$ -säteilynä.  $\beta^+$ -säteilystä emittoituu positroni (elektronin antihiukkanen) ja neutriino. Neutriino on varaukseton, massaltaan merkityksettömän pieni hiukkanen, jolla ei ole vuorovaikutusta ympäröivän materian kanssa. Positronin vuorovaikutus on sen sijaan hyvin voimakasta ja se ehtii kulkea kudoksessa hyvin lyhyen matkan ( $^{68}\text{Ga}$  n. 1,7 mm), kunnes kohtaa elektronin. (Korkola 2009, 25; Hess & Flemming Høilund-Carlsen 2014, 357–358.) Välittömästi kohdatuaan toisensa positroni ja elektroni annihiloituvat (kuva 1). Silloin hiukkaset muuttuvat kokonaan energiaksi. Näin syntyy kaksi vastakkaisiin suuntiin etenevää annihilaatio- eli gammasäteilyfotonia, jotka ovat molemmat energialtaan 511 keV. Tämä energiamäärä vastaa elektronin ja positronin yhdistettyä lepomassaa. Kun tiedetään syntyneiden fotonien energia ja niiden käyttäytymismalli, PET-laitteisto pystyy laskemaan niiden annihilaatio- eli lähtöpisteen. Vaatimuksena on, että havaitut fotonit saapuvat vastakkaisille puolille detektoria hyvin pienellä, 3–15 nanosekunnin aikaerolla (kuva 1). PET-TT-laitteen detektorit ovat kehän muotoisena potilaan ympärillä, jolloin fotonit voidaan havaita kaikista suunnista. (Mandell 2013, 554; Hess & Flemming Høilund-Carlsen 2014, 358; Knuuti & Kajander 2016.)



KUVA 1. Annihilaatio ja PET-detektori (Velikyan 2014, 48)



## 2.4 Tutkimuksen suorittaminen

Tutkimuksen huolellinen suunnittelu ja siihen valmistautuminen takaavat onnistuneen kuvantamisen. Ennen tutkimuspäivää potilaalle lähetetään kirjalliset ohjeet, joissa tiedotetaan tutkimuspäivän kulusta ja kerrotaan tarvittavista esivalmisteluista. Potilasohjeessa informoidaan paaston, nesteytyksen ja lääketaukojen tarpeellisuudesta.  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimusta varten potilas paastooa neljä tuntia. Vettä saa juoda normaalisti, eikä tutkimus vaadi erityistä lepoa tai lääkeaineiden tauotusta. (Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016b; STUK 2016a, 17.)

Potilaan saapuessa isotooppiosastolle hänen kanssaan käydään läpi tutkimuksen kulku. Jos tutkimus suoritetaan varjoainetehosteisena, potilaalta tiedustellaan, onko hänellä varjoaineyliherkkyyttä ja tarkastetaan laboratoriotuloksista munuaisten toimintafunktio, jotta varjoaineen antaminen on turvallista. Sekä jodiallergia/-yliherkkyys että selvästi alentunut munuaisten suodatusfunktio (GFR-arvo alle  $45\text{ml/min/1,5 m}^2$ ) ovat vasta-aiheita suonensisäiselle jodivarjoaineelle. Potilaalle annetaan sairaalan vaatteet tai tarkastetaan, ettei hänen omissa vaatteissaan ole kuvausalueella metallia, joka häiritsee TT-kuvausta. Potilaalle asetetaan kanyyli radioaktiivisen lääkkeen antoa varten ja laitetaan keitosuolaliuos tippumaan sekä nesteytyksen vuoksi, että suoniyhteyden aukipitämiseksi. Lisäksi potilasta ohjeistetaan jo etukäteen kuvauksen aikana annettavista hengitysohjeista.  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimus voidaan suorittaa joko yksi- tai kaksivaiheisena. Kaksivaiheisessa tutkimuksessa potilaalle tehdään radioaktiivisen lääkkeen annostelun yhteydessä prostatan dynaaminen PET-TT-kuvauk. Jos tutkimus suoritetaan yksivaiheisena, radioaktiivinen lääke annostellaan potilaalle lepohuoneessa ja koko kehon kuvaus suoritetaan tunnin kuluttua injektioista. Juuri ennen kuvaushuoneeseen saapumista potilasta neuvotaan käymään wc:ssä, jotta virtsarakko olisi mahdollisimman tyhjä kuvausta suoritettaessa. (Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016a; Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016b; STUK 2016a, 17, 19.)

$^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksen dynaaminen kuvaus aloitetaan potilaan asettelulla selinmaakuulle PET-TT-laitteen kuvauspedille. Potilas asetellaan mahdollisimman keskelle kuvausaukkoa, sillä huono asettelu sekä kasvattaa potilaan saamaa sädeannosta huomattavasti, että huonontaa kuvanlaatua. Potilasta pyydetään nostamaan kädet ylös pään vie-

relle. Apuna käsien asetteluun ja paikallaan pysymiseen voidaan käyttää fiksaatiovälineitä, kuten tarranauhoja. Jos potilaan kädet eivät nouse hartiatason yläpuolelle, voidaan kädet asettaa rinnan päälle. Tärkeää on, että kädet eivät ole vartalon vierellä kuvausalueen eli lantion kohdalla. Varsinainen tutkimus aloitetaan ottamalla potilaasta TT-suunnittelukuva eli ns. scout-kuva lantion alueelta. Suunnittelukuvaa tarvitaan oikean kuvausalueen määrittelyyn. Kuvausalue rajataan niin, että virtsarakko on kuva-alueen keskellä. Kuvausalueen määrittelyn jälkeen potilaalle annetaan kanyylin kautta i.v.-injektiona radioaktiivinen lääke ( $^{68}\text{Ga}$ -PSMA), jonka aktiivisuus on 2 MBq potilaan painokiloa kohden. Samanaikaisesti aloitetaan 8 minuuttia kestävä lantion alueen dynaaminen PET-kuvaus, jonka tarkoituksena on poikkeavien PSMA-kertymien paikantaminen. Lantion alue on tärkeää kuvata ennen kun radioaktiivista ainetta on ehtinyt erittyä virtsarakkoon tai virtsateihin, sillä ne saattavat peittää poikkeavan löydöksen. Dynaamisen kuvauksen jälkeen potilas siirtyy pois kuvaushuoneesta odottamaan koko kehon kuvausta. (Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016a; Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016b; STUK 2016a, 17–18.)

Jos potilaalle on tehty dynaaminen kuvaus, hän palaa tunnin kuluttua injektioista kuvaushuoneeseen. Jos kyseessä on yksivaiheinen kuvaus, potilas ohjataan kuvaushuoneeseen lepohuoneesta tunnin kuluttua radioaktiivisen lääkkeen annostelusta. Potilasta ohjeistetaan käymään wc:ssä tyhjentämässä virtsarakko ennen koko kehon kuvauksen aloittamista. Potilas asetellaan selinmakuulle ja keskitetään mahdollisimman tarkasti suhteessa kuvauslaitteeseen. Jos kuvaus suoritetaan varjoainetehosteisesti, varjoaineruisku yhdistetään potilaan kanyyliin ja kanyylin toimivuus testataan keittosuolaliuoksella. Tämän jälkeen suoritetaan koko kehon PET-TT-tutkimus, joka on kestoltaan noin 30 minuuttia. Kuvausalue rajataan potilaan pääläeltä reisien yläosaan. Ensin suoritetaan TT-kuvaus, jonka jälkeen jatketaan PET-kuvauksella. Jos TT-kuvaus suoritetaan varjoainetehosteisena, kuvausjärjestys on päinvastainen. PET-kuvauksen jälkeen kuvaushuoneessa käydään informoimassa potilasta varjoaineen antamisesta ja siihen liittyvistä tuntemuksista. Tutkimuksen kokonaiskesto on 1,5–2 h. (Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016a; Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016b.)

Varjoainetehosteisen PET-TT-tutkimuksen sädeannos potilaalle on noin 8,8 mSv. Jos TT-kuvaus suoritetaan ilman varjoainetta, sädeannos on noin 5,2 mSv. (Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016a.) Varjoaineen käyttö kasvattaa potilaan saamaa säteilyannosta, mutta se myös lisää elinten, rakenteiden ja niissä tapahtuneiden mahdollisten

muutosten välistä kontrastieroja eli tehostumaa. Poikkeavat löydökset voidaan paikallistaa paremmin varjoainetehosteisessa kuvauksessa verrattuna natiivisti eli ilman varjoainetta suoritettuun kuvaukseen. PET-TT:n kaltaisissa yhdistelmäkuvaauksissa löydökset ovat varmimpia silloin, kun potilaalle annetaan suonensisäistä varjoainetta. (STUK 2016a, 18–19.)

## 2.5 Säteilysuojelu

Säteilysuojelun perustana toimivat säteilylaissa (1991/592) esitetty oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteet. Potilasta hoitava lääkäri, yhdessä isotooppilääkärin kanssa, on vastuussa tutkimuksen oikeutuksesta (STUK 2016a, 6). Läheteellä lääkäri oikeuttaa  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA -tutkimuksen toteutuksen ja siinä käytettävän radioaktiivisen lääkkeen käytön. Radioaktiivisella lääkkeellä saadaan sellaista tietoa syövästä ja mahdollisista etäpesäkkeistä, jollaista ei saada muilla tavoilla tai kuvausmenetelmillä (STUK 2016a, 30). Saatu tieto on hoidon kannalta merkityksellistä ja tärkeää. Näin ollen saavutetaan hyöty, joka on tutkimuksesta aiheutuvaa haittaa suurempi ja oikeutusperiaate toteutuu. Vastaava hyöty pitää saavuttaa myös TT:n käytön osalta. Tähän päästään, kun todetaan tutkimusindikaation kannalta TT:n olevan hyödyksi ja sillä saadaan, vaimennuskorjauksen lisäksi, tärkeää tietoa PET-löydösten sijainnista (STUK 2016a, 6, 31).

Lääketieteellinen säteilyn käyttö tulee suorittaa ns. ALARA -periaatteen (*As Low As Reasonably Achievable*) mukaisesti. Myös  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA -tutkimuksen toteutus on optimoitava tavalla, missä terveydelle haitallinen säteilyaltistus pysyy mahdollisimman alhaisena käytännöllisin toimenpitein toteutettuna. (STUK 2013a, 3–4.) Radioaktiivisen lääkkeen määrä on oltava riittävä, jotta sillä saadaan aikaiseksi haluttu vaikutus kohdealueella. Kohdealueen ulkopuolisen säteilyaltistuksen on kuitenkin jätävä mahdollisimman alhaiseksi. Tästä esimerkkinä on nesteytyksestä huolehtimisen korostaminen potilaalle. Hyvän nesteytyksen ansiosta radioaktiivisen lääkeaineen erittyminen nopeutuu. (STUK 2013b, 4–5.) STUK on määrittänyt yleisimmille isotooppitutkimuksille vertailutasot, joita voidaan käyttää optimoinnin apuvälineenä. Vertailutaso on se ennalta määritetty radioaktiivisen lääkkeen aktiivisuustaso, jonka ei oleteta ylittyvän normaalikokoiselle potilaalle hyvän käytännön mukaan tehdyssä toimenpiteessä. (Kaijaluoto 2014, 7.) STUK ei kuitenkaan ole määrittänyt vertailutasoa  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA -tutkimukselle, joten vertailutasoja ei voi tässä tapauksessa käyttää optimoinnin tukena (STUK 2015, 2).

Yksilönsuojaperiaate ei koske potilasta, johon säteily tarkoituksellisesti kohdistetaan, mutta sillä suojellaan säteilytyötä tekeviä työntekijöitä ja väestön muita yksilöitä. Yksilönsuojaperiaate perustuu säteilyaltistuksen enimmäisarvoihin, joiden ei tule ylittyä. Annosrajoista säädetään säteilyasetuksen 3–6 §:ssä ja ne perustuvat Euroopan unionin neuvoston direktiiviin. Annosrajojen tarkoituksena on, ettei eri säteilyaltistuksista edes yhteensä koidu sellaista haittaa, jota ei pidetä hyväksyttävänä. (STUK 2013a.)

Positroniemiission annihilaatioon perustuva hajoaminen aiheuttaa voimakasenergistä gammasäteilyä. Gammasäteilyltä suojautuminen on haasteellista, sillä se on erittäin läpikunkevaa. Esimerkiksi röntgensäteilyltä suojautumiseen käytettävä lyijyessu ei pysty pysäyttämään voimakasta gammasäteilyä. Lyijyä tarvitaan paksu, usean senttimetrin kerros, energialtaan 511 keV:n gammasäteilyn pysäyttämiseksi. (Statkiewicz Sherer, Visconti & Ritenour 2011, 315–317.)

Käytännön säteilysuojelumenetelmät perustuvat säteilyhygienian kolmeen perusperiaatteeseen:

- |              |  |
|--------------|--|
| 1. Etäisyys: | Säteily vaimenee käänteisesti etäisyyden neliölain mukaan  |
| 2. Aika:     | Mitä lyhyempi altistusaika säteilylle, sitä pienempi annos |
| 3. Väliaine: | Väliaine estää tai rajoittaa säteilyn etenemistä           |

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työntekijöiden tulee pysytellä mahdollisimman kaukana säteilylähteestä aina kun mahdollista. Säteilylähde voi olla varsinainen radioaktiivinen lääke, sitä sisältävä ruisku tai potilas, jolle lääkettä on injisoitu. Työntekijät voivat ottaa potilaan kanssa keskustellessaan askeleen tai pari taaksepäin ja ainetta käsitellessään käyttää hyödyksi etäisyyttä kasvattavia apuvälineitä kuten pihtejä sekä oman käsivartensa mittaa. Altistusaika säteilylle kannattaa pitää mahdollisimman lyhyenä, jota ripeät ja hyvin hallitut työskentelytavat edesauttavat. Potilaan ohjaus ja informointi tutkimuksen etenemisestä kannattaa suorittaa etukäteen. Kun säteilylähde ei käytetä, sen tulee olla peitettynä erilaisilla suojilla. Säteilylähde voidaan sijoittaa esimerkiksi lyijytiilien ja -sermien taakse sekä kuljetuslaatikon ja ruiskunsuojan sisään (kuva 2). (Nikkinen 2003, 670–671; Statkiewicz Sherer ym. 2011, 316–319.)



KUVA 2. Kuljetuslaatikko sekä ruiskunsuojia

Isotooppilaboratoriossa käytetään avolähteitä (lähde, joka ei ole suljettu pysyvästi kapseliin tai muuhun aineen leviämisen estävään säiliöön työskenneltäessä normaaleissa käyttöolosuhteissa) ja tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei radioaktiivinen aine pääse altistamaan työntekijää ulkoisen säteilyn lisäksi myös sisäiselle säteilylle. Tämän voi aiheuttaa hengitysilman tai työskentelytasojen ja pintojen kontaminoituminen avolähteellä. (STUK 2016b, 9; STUK 2017a, 7.)

Altistumisen estäminen on lähtökohta jo isotooppilaboratoriota suunniteltaessa. Tilat on suojattava asianmukaisesti ja sijoitettava mahdollisimman lähelle toisiaan, jotta radioaktiivista ainetta siirrettäessä se on isotooppilaboratorion ulkopuolella mahdollisimman lyhyen ajan. Kontaminaatioriskin vähentämiseksi ja säteilylle altistumisen estämiseksi on olemassa erilaisia työskentelytapoja ja -määräyksiä. Tarpeeton tai luvaton oleskelu ja liikkuminen isotooppilaboratoriossa on vältettävä. Laboratorio on pidettävä kokonaisuudessaan puhtaana. Kontaminaation ilmaisevia säteilymittareita on oltava riittävästi ja mitaukset on suoritettava aina, kun on syytä epäillä merkittävää kontaminaatiota. Syöminen ja juominen laboratoriossa on kiellettyä. Haihtuvien ja pölyävien radioaktiivisten aineiden käsittely on tehtävä suojassa, kuten vetokaapissa. Automatiikkaa ja erilaisia säteily-suojia, kuten ruiskunsuojia, on käytettävä hyväksi aina, kun se on mahdollista työnlaadusta riippuen. Radioaktiivista materiaalia sisältävistä lähetyksistä ja varastoidusta materiaalista on pidettävä kirjaa ja ne on merkittävä helposti tunnistettaviksi. (STUK 2016b, 4, 9–10.)

Radioaktiiviset jätteet on kirjattava ylös ja merkittävä selkeästi sekä lajiteltava asianmukaisesti. Toiminnan harjoittajan tulee laatia jätteitä koskien toimintasuunnitelma, jonka lähtökohtana on estää radioaktiivista ainetta pääsemästä ympäristöön ALARA-periaatetta soveltamalla. Isotooppilaboratorion työntekijälle tämä näkyy erityisesti poistoilman suodattamisena ja lyhytikäisten isotooppien vanhentamisena. (STUK 2017a, 3, 5.)

### 3 TEKEMÄLLÄ OPPIMINEN AMMATTITAITOA EDISTÄVÄSSÄ HARJOITTELUSSA

#### 3.1 Tekemällä oppiminen

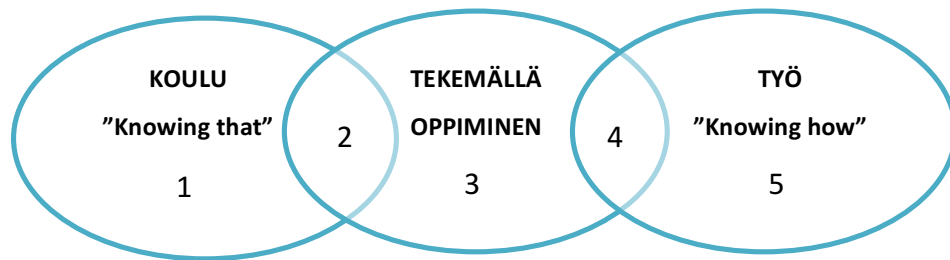
Tekemällä oppiminen (*learning by doing*) mielletään filosofi ja psykologi John Deweyn mukaan teoriapainotteisen ja luokkahuonekeskeisen oppimisen vastakohdaksi. Deweyläisittäin tekemällä oppimisella halutaan painottaa kahta asiaa. Oppiminen tarkoittaa ensinnäkin jotain muuta kuin varsinaista tietoista opiskelua. Toisekseen, tekemällä oppimisen keskiöön nostetaan opittava asia, ei oppiminen sinänsä. (Ahola, Kivelä & Nieminen 2005, 45–46.) Deweyn mukaan oppiminen ei saisi tapahtua passiivisesti tietoa vastaanottamalla ja ulkopuolelta asetettuja tavoitteita saavuttamalla. Sen sijaan tulisi korostaa opiskelijoiden luontaista toiminnanhalua ja kokeilevaa tekemistä opittavan asian äärellä. Deweyn mukaan opiskelijan kokemus ja oppiminen kehittyvät hänen omassa toiminnassaan havaitsemiensa haasteiden ja niiden pohjalta heräävien kysymysten avulla. Opiskelijan kiinnostus opittavaa asiaa kohtaan kasvaa, kun hän pääsee itse kokeilemaan taitojaan ja huomaa itse tietonsa puutteellisiksi. (Alhanen 2013, 144–145.)

Suomessa koulutuksessa on perinteisesti arvostettu tietopohjaista osaamista ja käytössä olleet opetusmenetelmät ovat painottuneet faktojen hallintaan. Tekemällä oppiminen ja käytännönläheistä opetusta korostavat oppimisfilosofiat, kuten John Deweyn ajatukset, eivät ole olleet kovin laajasti omaksuttuja. Ammattikorkeakouluista valmistuu terveydenhoitoalalle ammattihenkilöitä, joiden tulevat työtehtävät ovat vahvasti käytännönläheisiä. Pystyäkseen soveltamaan osaamista työelämässä, koulutuksen pitää tarjota sekä käytännön osaamista että tieteellinen ja teoreettinen perusta osaamiselle. Haasteeksi muodostuikin, millaisilla menetelmillä opetus tulee järjestää niin, että valmistuessaan opiskelijat hallitsevat sekä teoreettiset lähtökohdat että niihin perustuvat toiminnalliset taidot. (Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 28.6.2009/559; Salakari 2009, 14, 143.)

Ammattikorkeakoulutuksessa käytetään erilaisia tekemällä oppimisen menetelmiä, kuten esimerkiksi projektioppimista, laboratioita, työelämälähtöistä opinnäytetyötä sekä ammattitaitoa edistävää harjoittelua työelämässä. Opiskelija oppii sekä yhdistämään teoriaa käytäntöön että kehittämään ongelmanratkaisukykyään työelämässä toimiakseen. Myös koulutuksen ja työelämän rajapinnalla oleva käsitteistö selkeytyy ja opiskelija ymmärtää,

mitä opinnoissa käytetyt termit tarkoittavat käytännön työelämässä. (Ahola ym. 2005, 46–50.) On tärkeää, että koulu ei toimi erillisenä instituutiona, vaan osana työelämää. Opiskelijoiden, opettajien ja työelämän edustajien yhteistyötä voidaan harjoittaa mm. erilaisilla projektiopinnoilla ja kehittämishankkeilla. (Salakari 2009, 144.)

Tekemällä oppiminen voidaan nähdä linkkinä koulussa opitun tiedon ja työelämässä tarvittavan taidon välillä (kuvio 1).



KUVIO 1. Tekemällä oppimisen prosessi ammattikorkeakoulussa (Ahola ym. 2005, 12.)

Kuvion alue yksi pitää sisällään ammattiin orientoivat opinnot sekä ammatillisen perusopetuksen. Alue kaksi kuvaa työelämlähtöisiä opetussisältöjä sekä käytännön esimerkkejä. Alue kolme kuvastaa tekemällä oppimista koulutusorganisaatiossa, kuten projektioppimista, oppimisympäristöjä ja laboraatioita. Alue neljä kuvaa ammattitaitoa edistävää harjoittelua. Alue viisi pitää sisällään työssä oppimisen ja ammattitaidon kehittymisen. (Ahola ym. 2005, 12.)

### 3.2 Ammattitaitoa edistävä harjoittelu ammattikorkeakoulussa

Valtioneuvoston asetuksessa ammattikorkeakouluista (1129/2014) säädetään ammattikorkeakoululain (932/2014) nojalla opintojen rakenteesta. Pykälän kaksi mukaan ammattikorkeakoulututkintoon johtaviin opintoihin tulee kuulua perus- ja ammattiopintojen, vapaasti valittavien opintojen ja opinnäytetyön lisäksi ammattitaitoa edistävää harjoittelua. Pykälän kolme mukaan ammattitaitoa edistävän harjoittelun osuus tulee olla vähintään 30 opintopistettä. Opetusministeriön vuonna 2006 laatiman työryhmämuistion mukaan rönt-



genhoitajakoulutuksessa 90 opintopistettä suoritetaan ammattitaitoa edistävänä harjoitteluna, joista 15 opintopistettä luetaan opinnäytetyön toteutukseen. Jäljelle jäävät 75 opintopistettä suoritetaan varsinaisena ammattitaitoa edistävänä harjoitteluna, joista enintään 15 opintopistettä voidaan suorittaa ammattikorkeakoulun tiloissa. Tutkinnon kokonaislaajuus on 210 opintopistettä. (OPM 2006, 58.)

Ammattitaitoa edistävä harjoittelu on opiskelijalle tilaisuus saada käytännön kokemusta työelämästä sekä mahdollisuus arvioida koulussa teoriassa opittujen asioiden merkitystä suhteessa työelämän osaamisvaatimuksiin. Opiskelija saa mahdollisuuden tunnistaa omia lisäosaamisen tarpeitaan, jolloin motivaatio teoriaopiskeluun ja tutkinnon suorittamiseen lisääntyy. (Ahola ym. 2005, 86–87.) Opetusministeriön työryhmämuistion mukaan ammattitaitoa edistävän harjoittelun tavoitteena on opiskelijan perehtyminen ohjatusti tulevan ammattinsa keskeisiin työtehtäviin sekä ammattiopinnoista saadun tiedon ja taidon soveltaminen työelämässä. (OPM 2006, 14.)

Harjoittelu on ammattikorkeakouluille tärkeä kontakti työelämään. Se toimii siltana koulun ja työelämän välillä sekä edistää opiskelijan mahdollisuuksia työllistymiseen tulevaisuudessa. Ammattikorkeakoulun harjoittelujaksojen on todettu olevan merkityksellisiä opiskelijan osaamisen, ammatillisen identiteetin sekä erityisesti työelämätaitojen kehittymisen kannalta. Ammattitaitoa edistävän harjoittelun tulee olla ohjattua. Työelämäohjaaja ja opettajat ohjaavat ja arvioivat yhteistyönä opiskelijan harjoittelujakson onnistumista työelämässä sekä antavat siitä palautetta. Tavoitteiden laatiminen on tärkeää, sillä ne auttavat opiskelijaa orientoitumaan siihen, mitä harjoittelujakso tulee mahdollisesti pitämään sisällään sekä ymmärtämään harjoittelun merkityksen opintojen kannalta. (Ahola ym. 2005, 86–87, 92–93.)

### **3.3 Isotooppitutkimusten harjoittelu Tampereen ammattikorkeakoulussa**

Tampereen ammattikorkeakoulun röntgenhoitajakoulutuksessa isotooppitutkimusten harjoittelu on kahdeksan opintopisteen laajuinen ja kestää viisi viikkoa. Ammattitaitoa edistävälle isotooppitutkimusten harjoittelulle on Tampereen ammattikorkeakoulussa määritetty oppilaitoksen puolesta yleiset tavoitteet. Lisäksi käytössä on ns. harjoittelupassi, jonka avulla opiskelija voi seurata oppimisensa edistymistä. (TAMK 2014; Juusti, Kuusisto & Laakso, 2015.)

Harjoittelujakson aikana opiskelijan tavoitteena on osata työryhmän jäsenenä suunnitella, toteuttaa ja arvioida yleisimpiä isotooppitutkimuksia, osata toteuttaa potilaan ja hoitohenkilökunnan säteilysuojelua sekä osata toimia arvokkaasti ja kunnioittavasti potilasta kohtaan. Lisäksi opiskelija osoittaa kiinnostusta isotooppitutkimuksiin liittyvästä oppimisestaan ja on valmis kehittämään osaamistaan. Hyväksytty harjoittelu edellyttää PET-TT:n osalta, että opiskelija ottaa osaa potilaan ohjaukseen tutkimustilanteessa ja tietää miten PET-tutkimukset eroavat muista isotooppitutkimuksista säteilysuojellisesti. (TAMK 2014.) Harjoittelupassissa PET-TT:hen liittyvät osaamistavoitteet ovat:

- Opiskelija osaa haastatella potilasta ennen tutkimuksen alkua
- Opiskelija ymmärtää PET-TT-tutkimuksen eron muihin isotooppitutkimuksiin
- Opiskelija tietää asiat, jotka vaikuttavat tutkimuksen onnistumiseen (potilaan valmistautuminen ym.)
- Opiskelija osaa kanyloida potilaan
- Opiskelija osaa aloittaa suonensisäisen nesteytyksen
- Opiskelija tietää Intego-laitteen toimintaperiaatteen

(Juusti, Kuusisto & Laakso, 2015.)

Vuonna 2012 opetushallitus aloitti hollantilaiseen Learning department –oppimisympäristömalliin pohjautuvan VOO eli Vastuuta ottamalla opit -hankkeen. Pirkanmaan Sairaanhoidopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos otti VOO-toimintamallin käyttöön vuonna 2016, kun sitä sovellettiin ensimmäisen kerran isotooppitutkimusten ja kuvantamistutkimusten harjoittelujaksoilla. VOO-toimintamallin tavoitteena on, että opiskelijat ottavat kokonaisvastuun työpäivien sujumisesta ja suoriutuvat itsenäisesti kaikista yhden kuvantamishuoneen työtehtävistä. Harjoittelunsa aikana VOO-kokeiluun osallistuneet opiskelijat pitivät kokeilua mielekkäänä ja tehokkaana. Varmuus omaan osaamiseen sekä vastuunottaminen työstä ja sen suunnittelusta lisääntyivät jakson aikana. (Säilä, Taatila & Husari 2016, 20; Säilä, Jylhä, Taatila & Petäjäjärvi 2017.)

## 4 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ PROSESSINA

### 4.1 Toiminnallinen opinnäytetyö menetelmänä

Toiminnallinen opinnäytetyö on kaksiosainen; se muodostuu raportin lisäksi tuotteesta. Opinnäytetyöraportti sisältää aiheen teoriapohjan, kuvaa prosessin etenemistä, arvioi valmista tuotetta ja tekijöiden omaa oppimista. Työn toiminnallinen osuus on tekijöiden tuottama produkti, joka voi olla fyysinen tuotos tai jonkin toiminnallisen osa-alueen kehittämistyö. Usein valmis tuote on ohje, opas, kehittämissuunnitelma tai järjestetty tapahtuma kuten oppitunti tai näyttely. Ohje tai opas voidaan julkaista kirjallisessa muodossa painettuna esimerkiksi kirjana, vihkona, kansiona tai julisteena. Perinteisiä toiminnallisia opinnäytetöitä ovat erilaiset perehdytysmateriaalit ja turvallisuusohjeet. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9, 65; Lumme ym. 2006a; Vilkkä 2006, 76.) Tässä työssä valmis tuote on kirjallinen opas, jota röntgenhoitajaopiskelijat voivat käyttää apunaan ammattitaitoa edistävässä harjoittelussa.

Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on usein käytännön toiminnan kehittäminen, ohjeistaminen tai järjeistaminen. Työn tulee olla työelämlähtöinen ja käytännönläheinen – ikään kuin työelämlän kehittämistyö. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9–10; Lumme ym. 2006a.) Työelämlähtöinen opinnäytetyö tukee opiskelijan ammatillista kasvua. Kun opinnäytetyöllä on toimeksiantaja työelämlässä, työ on ajankohtainen ja sille on tarvetta. Toiminnallinen opinnäytetyö opettaa tekijälleen projektinhallintataitoja, rohkaisee innovatiivisuuteen ja antaa mahdollisuuden kokeilla työelämlän kehittämiseen tarvittavia taitoja. Toiminnallista opinnäytetyötä tehdään tutkimuksellista asennetta käyttäen. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 16–17; Vilkkä 2006, 76.)

Toiminnallisen opinnäytetyön produktin eli valmiin tuotteen taustalla tulee aina olla teoriapohja. Tuotteen sisällön on pohjaututtava opinnäytetyöraportin viitekehykseen ja tekijöidensä ammatiteorian tuntemukseen. (Lumme ym. 2006a.) Onnistunut toiminnallinen opinnäytetyö edellyttää tutkivaa ja kehittävää asennetta, vaikka siinä ei toteutetakaan varsinaista tutkimusta. Tutkiva ote tarkoittaa tässä yhteydessä niin teoreettisen lähestymistavan kuin tuotetta ja itse produktia koskevien valintojen perustelua ja johdonmukaisuutta. Viitekehyksen teoriapohjan perustuminen oman alan kirjallisuuteen ja oman työn

pohtiminen sekä kriittisyys sitä kohtaan kertovat tutkivan otteen hallinnasta. (Vilkkä & Airaksinen, 2003, 154; Lumme ym. 2006a.)

## 4.2 Oppaan suunnittelu, toteutus ja arviointi

Opinnäytetyönä valmistuvan oppaan sisältö perustuu viitekehyksen teoriapohjaan, tutkimustilanteen havainnointiin sekä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen ohjekirjaan ja työohjeisiin.  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimusta havainnoitiin ja tutkimusta suorittavia röntgenhoitajia haastateltiin useita kertoja opinnäytetyön tekijöiden ammattitaitoa edistävän harjoittelun aikana huhti–toukokuussa 2017. Opasta suunniteltaessa päätettiin, että sen alkuun kirjoitetaan lyhyt teoriaosuus  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA:sta sekä PET-TT-kuvantamisesta. Tämän jälkeen oppaassa kuvataan vaihe vaiheelta tutkimusprosessi. Tärkeimpiä muistettavia asioita korostetaan ja nostetaan huomioiksi oppaan tekstistä erillisiksi huomiokentiksi. Työvaiheita päätettiin havainnollistaa kuvin, ja käyttää niitä runsaasti. Nissin (2009) mukaan silmälähtävyyden helppous luo lukijalle nopeasti ensivaikutelman oppaan kokonaisrakenteesta. Jos teksti on vaikeasti ymmärrettävää ja opas huonosti rakennettu, se voi johtaa epämiellyttävään lukukokemukseen. (Nissi 2009.) Tämän välttämiseksi on oppaan ulkoasua ja sisällön jäsentelyä tehtäessä mietitty, millainen on tekijöiden itsensä mielestä hyvä opas ja mitä kirjallisuudessa hyvän oppaan ominaisuuksista sanotaan.

Oppaan ymmärrettävyyteen vaikuttaa suuresti, missä järjestyksessä asiat esitetään. Oppaalla pitäisi olla juoni, joka pitää sen kasassa. Asioiden tulee edetä loogisesti. Tämä helpottaa lukijaa liittämään asioita toisiinsa ja opasta on helpompi lukea eteenpäin. Eri tapoja juonen rakentamiselle on mm. tärkeys-, aika- ja aihejärjestys. (Hyvärinen 2005, 1769; Nissi 2009.) Tässä oppaassa on valittu kerrontatavaksi aikajärjestys, kun kerrotaan yksittäisen tutkimuksen suorittamisesta. Aikajärjestyksessä etenevää opasta on helppo lukea etukäteen ja seurata tutkimuksen aikana.

Väliotsikot tekevät oppaasta selkolukuisen ja hahmottavat kunkin kohdan sisältöä ja näin lukija voi halutessaan etsiä aihepiiriin, josta haluaa tietoa. Tärkeintä on, että lukija sisäistää lukemansa. Lauseiden ja virkkeiden on oltava oikeinkirjoitettuja ja ne on ymmärrettävä ensilukemalla. Yhteen virkkeeseen ei saa mahdollistaa liikaa yksityiskohtia ja lauseiden pituutta on hyvä tarkkailla. Kirjoitusvirheet voivat ärsyttää lukijaa ja se voi johtaa

siihen, että lukija kyseenalaistaa tekijän pätevyyden. (Hyvärinen 2005, 1771–1772.) Oppaan tekijät ovat jäsenelleet oppaassa kuvatun tutkimuksen eri vaiheet alaotsikoiden alle ja pyrkineet tekemään vaiheiden kuvauksista mahdollisimman selkokiekisiä keskittyen tekstin sujuvuuteen. Tarpeen tullen tekijät myös korostavat oppaassa erityistä, esiin nousevaa aihetta tai tutkimusvaihetta. Tämä on yksi lukemisen ohjaamisen keinoja, jolla tehostetaan tekstin käytettävyyttä (Nissi 2009).

Informatiivisia kuvia käyttämällä saadaan havainnollistettua kerrottu asia tai korostettua tiettyä tekstin yksityiskohtaa. Oppaan sisältö tulee näin helpommin käsitetyksi ja selitetyksi. Kuvat tuovat oppaaseen olennaista lisätietoa. Lisäksi ne tukevat ja täydentävät tekstiä, mikä helpottaa osaltaan oppaan silmäiltävyyttä. Näistä syistä oppikirjoissakin käytetään usein kuvia. (Alasilta 1999, 124–125; Pesonen 2007, 48–49.) Kuvien runsas käyttö oli tekijöille itsestään selvää niiden tuoman lisäarvon vuoksi. Oppaaseen päätettiin lisätä kuva lähes jokaisesta työvaiheesta, jotka oppaassa esitellään. Lisäksi otettiin yleisiä kuvia oppaan kantta, johdantoa ja säteilysuojelusta kertovaa sivua varten. Kaikki valokuvat otettiin itse 4.5.2017 PSHP:n tiloissa. Kuvissa esiintyy hoitajan roolissa toinen opinnäytetyön tekijöistä. Potilaan roolissa esiintyy opinnäytetyön tekijöiden tuttava, jonka kanssa kirjoitettiin ennen valokuvausta kuvauslupa (liite 1), jossa hän antaa suostumuksensa kuvamateriaalin käyttöön.

Kirjaintypografia on osa oppaan ulkoasua ja yleisilmettä. Siihen sisältyy niin tekstin fontin valinta kuin esimerkiksi tekstin asettelu. Fontin pitää sopia yhteen ulkoasun kanssa ja on toivottavaa pitäytyä muutamassa eri fontissa. Oppaasta tulee näin tasapainoinen kokonaisuus. Myös merkkivälit, rivien pituudet ja muut vastaavat seikat pitää suunnitella etukäteen, mutta kirjaintypografialle ei ole olemassa tiettyjä tai oikeita kriteereitä. Onnistuneen kirjaintypografian tietää siitä, että tekstin lukeminen on helppoa ja miellyttävää. (Pesonen 2007, 13, 29, 33–34.) Opas päätettiin tuottaa käyttämällä Microsoft Office Word -ohjelman valmista esite-pohjaa, jossa edellä mainitut asiat on valmiiksi mietitty. Tekijät ovat olleet tähän tyytyväisiä ja saivat hyväksynnän oppaansa muotoilusta yhteistyötoholta. Oppaan tekstiosuudet kirjoitettiin kevään ja kesän 2017 aikana.

Suunnitteluvaiheessa päätettiin, että mikäli yhteistyötahon toiveena on käyttää oppaassa, tiettyjä väriteemoja ja/tai logoja, otetaan ne käyttöön opasta varten. Nämä on huomioitu opasta tehtäessä. PSHP käyttää yleisesti sinistä väriä niin ohjeissaan, oppaissaan kuin yleisilmeessään ja tästä syystä yhteistyötoholta tuli pyyntö käyttää sinistä värimaailmaa

tässäkin oppaassa. Muita toiveita oppaan sisällön muotoilusta ei yhteistyötahon puolelta tullut. Opas tuotettiin A4-kokoiseksi. Aluksi harkittiin myös A5-kokoa, mutta isompaan julkaisukokoon päädyttiin kuvien runsauden ja yleisen selkeyden vuoksi – näin kaikki olennainen yhdestä tutkimusvaiheesta saatiin mahdutettua yhdelle sivulle.

Valmis opas on 10 sivua pitkä. Se sisältää sisällysluettelon, johdannon, yhden sivun teoriaa ja keskeisten käsitteiden määrittelyä, neljä sivua tutkimuksen suoritusvaiheita sekä säteilysuojelu-luvun. Opas etenee vaihe vaiheelta niin, että jokaista työvaihetta kuvaavan tekstin vieressä on valokuva siihen liittyen. Tekstin ohkeen on nostettu erillisiin huomiokenttiin asioita, jotka muistuttavat opiskelijaa esimerkiksi säteilyturvallisuuden liittyvistä asioista, tai antavat vinkkejä, miten osaamista kannattaa syventää oppaan ulkopuolelta.

Oppaan teossa haluttiin painottaa käytännönläheisyyttä. Tekijöiden tavoitteena oli, että oppaan lukeneelle opiskelijalle syntyisi selkeä kuva siitä, miten tutkimus suoritetaan alusta loppuun, mitä potilaan ohjaukseen liittyviä asioita tulee huomioida, ja miten toimia säteilyhygieenisesti oikein tutkimuksen aikana.

Tuote suunniteltiin etukäteen huolellisesti, mistä johtuen sen toteuttaminen sujui melko helposti. Opinnäytetyön tekijät ovat tyytyväisiä valmiiseen oppaaseen. Yhteistyötaholta oppaaseen saatiin jonkun verran korjausehdotuksia, joiden perusteella tekstiä muokattiin, ja niiden tekemisen jälkeen voidaan päätellä heidän olevan pääosin tyytyväisiä lopputulokseen. Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä röntgenhoitajaopiskelijoiden tietoutta <sup>68</sup>Ga-PSMA:n käytöstä eturauhassyövän tutkimuksessa. Valitettavasti opasta ei ehditty testamaan käytännössä röntgenhoitajaopiskelijoilla ammattitaitoa edistävässä harjoittelussa. Heiltä olisi saatu arviointia siitä, onko oppaasta hyötyä harjoittelun aikana.

## 5 POHDINTA

### 5.1 Opinnäytetyöprosessin arviointi

Kyseessä oleva opinnäytetyö tehtiin työelämäyhteistyönä Pirkanmaan Sairaanhoidopiirin Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen kanssa. Opinnäytetyöprosessia käydään läpi vaihe vaiheelta kuviossa 2.

Toiminnallinen opinnäytetyö valikoitui menetelmäksi yhteistyötahon esittäessä mahdollisuuden tuottaa PET-TT-aiheinen opas opinnäytetyönä. Aihe valittiin Tampereen ammattikorkeakoulussa 2.9.2016 järjestetyssä aiheseminaarissa. Ensimmäinen työelämäpalaveri yhteistyötahon kanssa pidettiin 7.11.2016 jolloin aihe tarkentui nykyiseen muotoonsa. Työ päädyttiin tekemään <sup>68</sup>Ga-PSMA-tutkimuksesta, sillä se on ajankohtainen tutkimus, josta on paljon tuoretta kansainvälistä tutkimustietoa ja jonka ennustetaan tulevaisuudessa yleistyvän eturauhassyövän kuvantamisessa. Aiheen tarkentuessa aloitettiin aineistohaku sekä opinnäytetyösuunnitelman ja opinnäytetyön viitekehyksen kirjoittaminen.

Opinnäytetyösuunnitelma hyväksyttiin opinnäytetyötä ohjaavan opettajan toimesta 19.12.2016 ja yhteistyösopimus Pirkanmaan sairaanhoidopiirin kanssa solmittiin eli tutkimuslupa työlle myönnettiin 3.1.2017. Ensimmäisessä TAMKissa järjestetyssä suunnitelmaseminaarissa 9.1.2017 esiteltiin valmis opinnäytetyösuunnitelma. Kun tutkimuslupa oli myönnetty, jatkettiin opinnäytetyön viitekehyksen kirjoittamista. Teoriatekstiä esiteltiin toisessa suunnitelmaseminaarissa 31.1.2017 ja kun sen sisällölle oltiin saatu opinnäytetyötä ohjaavilta opettajilta hyväksyntä, aloitettiin myös toiminnallisen opinnäytetyön tuotteen eli oppaan suunnittelu. 10.4.2017 pidettiin TAMKissa ryhmäohjaus, jossa päätettiin kolmen samalle yhteistyökumppanille valmistettavan oppaan yhteisestä visuaalisesta ilmeestä. Kevään 2017 aikana tehtiin uutta ja täydentävää lähdeaineiston hakua ja kirjoitettiin opinnäytetyön viitekehystä. 1.6.2017 pidettiin toinen ohjaustapaaminen opinnäytetyötä ohjaavan opettajan kanssa. Kesän ja syksyn 2017 aikana kirjoitettiin opinnäytetyön pohdintaa sekä viimeisteltiin työn viitekehystä ja varsinaista opasta. Syyskuussa 2017 valmistuneesta oppaasta pyydettiin palautetta yhteistyötaholta. Viimeiset korjaukset

opinnäytetyöhön ja oppaaseen tehtiin syksyn 2017 aikana ja opinnäytetyö palautettiin arvioitavaksi ohjaajalle ja opponenteille 4.10.2017. Valmis työ esitettiin opinnäytetyöseminaarissa Tampereen ammattikorkeakoulussa 28.11.2017.

Toiminnallisessa opinnäytetyössä arvioidaan yleensä tuotteen suunnittelua, toteuttamista ja niiden raportointia. Itsearvioinnin lisäksi palautetta pyydetään toimeksiantajalta, opinnäytetyön ohjaajalta sekä mahdollisuuksien mukaan kohderyhmältä (Lumme ym. 2006b.) Opinnäytetyön arvioinnissa voidaan myös verrata valmista työtä johdannossa esitettyihin tavoitteisiin (Kniivilä, Lindblom-Ylänne & Mäntynen 2017, 96). Opinnäytetyön tekijät ovat kaiken kaikkiaan tyytyväisiä opinnäytetyöprosessiin. Alussa laaditussa aikataulussa pysyttiin koko prosessin ajan. Palautetta on saatu yhteistyötaholta ja opinnäytetyön ohjaajalta. Opinnäytetyön ohjaajan antama palaute on ollut koko prosessin ajan rohkaisevaa. Ohjaajan esittämistä muutosehdotuksista ja lisäyksistä on keskusteltu ja niiden perusteelta opinnäytetyötä on muokattu lopulliseen muotoonsa.





KUVIO 2. Opinnäytetyöprosessi

## 5.2 Työn eettisyys ja luotettavuus

Hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti kaikki tarvittavat tutkimusluvut on hankittava ennen opinnäytetyöprosessin aloittamista (Tutkimuseettinen neuvottelulautakunta 2012, 6). Suomen henkilötietolain (523/1999) mukaan henkilöltä tarvitaan suostumus, jos häneen liittyviä tunnistettavia asioita käytetään tai käsitellään julkaisussa. Kyseinen opinnäytetyö hyväksyttiin ja tutkimuslupa sille myönnettiin yhteistyötahon toimesta. Oppaassa olevissa kuvissa esiintyvän henkilön kanssa kirjoitettiin kuvauslupa (liite 1), jossa hän antaa suostumuksensa kuvien julkaisuun.

Opinnäytetyötä tehtäessä tulee välttää plagiointia ja lähdekritiikkiin on kiinnitettävä huomiota. Lähdeaineistoa kerätessä ja käytettäessä kiinnitetään huomiota esimerkiksi lähteen ikään ja laatuun, lähteen uskottavuuteen sekä sen kirjoittajan asiantuntemukseen ja tunnettavuuteen. (Vilka & Airaksinen 2003, 72,78.) Opinnäytetyötä tehtäessä kiinnitetään erityistä huomiota lähteiden tuoreuteen ja kansainvälisyyteen. Lisäksi lähteiden luotettavuutta pyrittiin korostamaan käyttämällä tunnettujen tahojen, kuten säteilyturvakeskuksen sekä radiologian ja isotooppilääketieteen asiantuntijoiden julkaisemaa materiaalia.

Opinnäytetyön luotettavuuden tärkein tekijä ovat opinnäytetyön tekijät ja heidän rehellisyytensä. Työn luotettavuutta arvioitaessa kohteena ovat tekijöiden valinnat, ratkaisut ja teot. Vilkan (2015) mukaan tutkijan, tässä tapauksessa opinnäytetyön tekijöiden, on pysyttävä esittelemään ja perustelemaan, mitä valintoja työssä on tehty, miten ratkaisut on tehty ja millainen lopputulos niistä on syntynyt. (Vilka 2015, 196–197). Toiminnallinen opinnäytetyö edellyttää tekijöiltään tutkivaa otetta, vaikka opinnäytetyöhön ei kuulukaan varsinaisen tutkimuksen tekeminen. Tutkivaa ja luotettavaa otetta työhön tuovat esimerkiksi prosessin aikana tehtyjen valintojen perustelu, työn vahva sidonnaisuus teoriapohjaan sekä huolellinen tiedonhaku ja kriittisyys omaa tekemistä kohtaan. (Lumme ym. 2006a) Tässä työssä on pyritty mahdollisimman tarkasti kuvaamaan, mitä valintoja opinnäytetyöprosessin aikana on tehty ja miten ne ovat muodostaneet lopputuloksena syntyneen oppaan. Oppaan luotettavuus voidaan osoittaa siten, että kaikki siinä esitetyt asiat perustuvat joko opinnäytetyön viitekehyksessä esitettyyn teoriaan tai oikeassa tutkimustilanteessa suoritettuun havainnointiin.

Kun opinnäytetyönä valmistuu julkaistavaa materiaalia, tulee myös tekijänoikeusasiat ottaa huomioon. Tekijänoikeus syntyy aina työn tekijälle, joten opinnäytetyön tekijät säilyvät työn alkuperäisten tekijänoikeuksien haltijoina. Opinnäytetyö on julkinen siitä lähtien kun se jätetään arvosteltavaksi. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 162.) Oppaan käyttö- ja päivitysoikeus luovutetaan yhteistyötaholle.

### 5.3 Oma oppimiskokemus ja jatkotutkimusaiheet

Opinnäytetyöprosessi on edesauttanut tekijöitään ammatillisessa kasvussa. Prosessi lisäsi tietoa ja syvensi tekijöiden osaamista isotooppilääketieteestä ja PET-tutkimuksista. Lisäksi prosessi kasvatti yhteistyötaitoja, aikataulun hallintaa ja tiedonhakutaitoja. Materiaalin tuottaminen oli molemmille opinnäytetyön tekijöille uutta. Oppaan valmistaminen opetti tekijöilleen paljon esimerkiksi kuvankäsittelyä, tekstin jäsentelyä ja kohdentamista sekä tekijänoikeusasioita. Pitkä kirjoitusprosessi kehitti oikeinkirjoitustaitoja sekä kriittisyyttä omalle tekstille. Molemmat opinnäytetyön tekijät kokivat opinnäytetyöprosessin mielekkäänä ja opettavaisena sekä ammattitaitoa kasvattavana kokemuksena.

Yhtenä jatkotutkimusaiheena voidaan suositella opinnäytetyön tekemistä  $^{177}\text{Lu}$ -PSMA-hoidosta, joka on uusi eturauhassyövän hoitomuoto. Tässä opinnäytetyössä esitellyn  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksen avulla voidaan paikantaa eturauhassyövän etäpesäkkeet. Samat pesäkkeet voidaan hoitaa  $^{177}\text{Lu}$ -PSMA:ta hyväksi käyttäen. (Emmett ym. 2017, 52–54.)

Myös tekemällä oppiminen sekä ammattikorkeakoulun käytännönläheisyys ja työelämälähtöisyys olisivat hyviä jatkotutkimuksen aiheita, esimerkiksi kirjallisuuskatsauksena suoritettuna. Ahola, Kivelä ja Nieminen (2005) ovat tarkastelleet tekemällä oppimista ammattikorkeakouluissa Turun yliopistolle tekemässä tutkimuksessaan erityisesti ammattitaitoa edistävän harjoittelun ja opinnäytetyön näkökulmasta. Hannu Salakari (2009) käsittelee kirjassaan *Toiminta ja oppiminen – koulutuksen kehittämisen tulevaisuuden suuntaviivoja ja menetelmiä* toiminnallisia opetusmenetelmiä, tekemällä oppimista ja työelämälähtöisyyttä koulutuksessa. Näissä molemmissa teoksissa oli nykyisiä ja tulevaisuuden näkökulmia siitä, miten oppiminen tulevaisuudessa kehittyy – erityisesti käytännönläheisillä aloilla.

## LÄHTEET

Ahola, S., Kivelä, S. & Nieminen, M. 2005. Tekemällä oppii. Työssä oppimisen käytäntöjä ammattikorkeakoulussa. Turku: Turun yliopisto.

Alasilta, A. 1999. Näin kirjoitat tehokkaasti: viestintäopas työelämän kirjoittajille. Helsinki: Inforviestintä.

Alhanen, K. 2013. John Dewey'n kokemusfilosofia. Helsinki: Gaudeamus Oy.

Emmett, L., Willowson, K., Violet, J., Shin, J., Blanksby, A. & Lee, J. 2017. Lutetium<sup>177</sup> PSMA radionuclide therapy for men with prostate cancer: a review of the current literature and discussion of practical aspects of therapy. *Journal of Medical Radiation Sciences* 64 (2017), 52–60.

Henkilötietolaki 22.4.1999/523.

Hess, S. & Flemming Høilund-Carlsen, P. 2014. Contribution of FDG to Modern Medicine, Part I. *Pet Clinics* vol 9, num 4 (2014)

Hyvärinen, R. 2005. Millainen on toimiva potilasohje? *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 121(2005), 1769–1773.

Juusti, E., Kuusisto, K. & Laakso, M. 2015. Opiskelijan perehdytys isotooppiosastolle. Tampereen ammattikorkeakoulu. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Julkaisematon raportti ja tuote.

Kaijaluoto, S. 2014. Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa 2012. STUK-B. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

Kniivilä, S., Lindblom-Yläne, S. & Mäntynen, A. 2017. Tiede ja teksti. Helsinki: Gaudeamus.

Knuuti, J. & Kajander, S. 2016. Isotooppitutkimukset, molekyyli- ja fuusiokuvantaminen. Teoksessa Blanco Sequeiros, R., Koskinen, S. K., Aronen, H., Lundbom, N., Vanninen, R. & Tervonen, O. (toim.) *Klininen radiologia*. Duodecim Oppiportti. Luettu: 22.11.2016

<http://www.oppiportti.fi/op/krd01301/do>

Korkola, P. 2009. PET-CT: Tekninen näkökulma. Radiografiapäivät MMIX. Tampere: Suomen Röntgenhoitajaliitto ry, 25–26.

Korpela, H. 2004. Isotooppilääketiede. Teoksessa Pukkila, O. (toim.) *Säteilyn käyttö*. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos. 2016a. Eturauhassyövän PET-TT (Ga68-PSMA). Ohjekirja – Isotooppilääketieteen tutkimukset.

Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos. 2016b. Eturauhassyövän PET-TT (JN4LR, JN4SR) Työohje.

Käypä hoito-suositus. 2014. Eturauhassyöpä. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Urologiyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäri-seura Duodecim. Luettu: 9.11.2016.

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi11060>

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 28.6.1994/559.

Lumme, R., Leinonen, R., Leino, M., Falenius, M. & Sundqvist, L. 2006a. Monimuotoi-nen / toiminnallinen opinnäytetyö. Virtuaaliammattikorkeakoulu. Luettu: 18.5.2017

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/030906/1113558655385/1154602577913/1154670359399/1154756862024.html>

Lumme, R., Leinonen, R., Leino, M., Falenius, M. & Sundqvist, L. 2006b. Opinnäyte-työn ohjausprosessi. Raportointi. Virtuaaliammattikorkeakoulu. Luettu: 19.9.2017

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/030906/1113558655385/1154602577913/1154670381310/1154756908562.html>

Luojus, K. 2011. Ammattitaitoa edistävän harjoittelun ohjauksen toimintamalli – Ohjaa-jien näkökulma. Akateeminen väitöskirja. Tampereen yliopisto.

Mandell, J. 2013. Core Radiology. New York: Cambridge University Press.

Mease, R.C., Foss, C.A. & Pomper, M.G. 2013. PET Imaging in Prostate Cancer: Focus on Prostate-Specific Membrane Antigen. National Institutes of Health. Baltimore: Beltham Science Publishers.

Nikkinen, P. 2003. Säteilyturvallisuuteen liittyviä näkökohtia. Sädeturvallisuus isotoop-pilaboratoriossa. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savo-lainen, S., Turjanmaa, V. & Vanninen, E. (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääke-tiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Nissi, U. 2009. Kirjalliset potilasohjeet viestinnän näkökulmasta. VirtuaaliAMK. Lu-ettu: 25.5.2017 <http://www2.amk.fi/digma.fi/eetu/www.amk.fi/opintojak-sot/030905/1116425173436.html>

OPM. 2006. Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon. Koulutuksesta valmistuvien osaaminen, keskeiset opinnot ja vähimmäisopintopisteet. Opetusministeriön työryhmä-muistioita ja selvityksiä 2006:24.

Perera, M., Papa, N., Christidis, D., Wetherell, D., Hofman, M.S., Murphy, D.G., Bol-ton, D. & Lawrentschuk, N. 2016. Sensitivity, Specificity, and Predictions of Positive <sup>68</sup>Ga-Prostate-specific Membrane Antigen Positron Emission Tomography in Advanced Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. European Urology 70 (2016), 926–937.

Pesonen, E. 2007. Julkaisijan käsikirja. Jyväskylä: WSOY.

Salakari, H. 2009. Toiminta ja oppiminen – koulutuksen kehittämisen tulevaisuuden suuntaviivoja ja menetelmiä. Helsinki: Eduskills Consulting.

Schreiter, V., Reimann, C., Geisel, D. & Schreiter, N.F. 2016. Nuclear Medicine Imag-ing of Prostate Cancer. Fortschr Röntgenstr 188 (2016), 1037–1044.

Seppänen, M., Kajander, S., Kemppainen, J & Minn, H. 2011. Positroniemissiotomografian ja tietokonetomografian yhdistelmä syövän diagnostiikassa. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 127(11), 1117–1127.

SNMMI. 2012. Molecular Imaging and Prostate Cancer. Luettu 11.11.2016.  
[https://www.snmmi.org/files/FileDownloads/Patients/FactSheets/Prostate\\_factSheet.pdf](https://www.snmmi.org/files/FileDownloads/Patients/FactSheets/Prostate_factSheet.pdf)

Statkiewicz Sherer, M.A., Visconti, P.J., Ritenour, E.R & Welch Haynes, K. 2011. Radiation protection in medical radiography. Maryland Heights: Elsevier Mosby.

STUK. 2013a. Säteilytoiminnan turvallisuus. ST-ohje 1.1. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

STUK. 2013b. Säteilyturvallisuus isotooppilääketieteessä. ST-ohje 6.3. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

STUK. 2015. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot isotooppitutkimuksissa. Päättös. 1/3020/2015.

STUK. 2016a. Isotooppilääketieteen TT-opas. STUK Opastaa / Marraskuu 2016. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

STUK. 2016b. Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä. ST-ohje 6.1. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

STUK. 2017a. Avolähteiden käytöstä syntyvät radioaktiiviset jätteet ja päästöt. ST-ohje 6.2. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

STUK. 2017b. PET-tutkimusten määrä huimassa kasvussa. Terveystieteen ProInfo-uutiskirje 1-2017. Luettu: 15.8.2017.

<http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/uutiskirjeet-sateilyn-kayttajille/terveydenhuollon-proinfo-uutiskirje-1-2017/pet-tutkimusten-maara-huimassa-kasvussa>

Suomen Syöpärekisteri. 2016a. Tilastot, Ajankohtaiset perustaulukot, Koko maa, Prevalenssi. Elossaolevien syöpäpotilaiden lukumäärät 1.1.2015, primaaripaikoittain ja diagnoosista kuluneen ajan mukaan, MIEHET. Luettu: 6.12.2016.

<http://stats.cancerregistry.fi/stats/fin/vfin0033p0.html>

Suomen Syöpärekisteri. 2016b. Tilastot, Ajankohtaiset perustaulukot, Insidenssi aikajaksoittain, Uusien tapausten määrät. Yleisimmät syövät vuonna 2014, MIEHET. Luettu: 6.12.2016.

<http://stats.cancerregistry.fi/stats/fin/vfin0020i0.html>

Säilä, T., Taatila, T. & Husari, J. 2016. VOO-toimintamalli mahdollistaa syvällisen opimisen. Radiografia 5/2016, 20.

Säilä, T., Jylhä, T., Taatila, T. & Petäjäjärvi, M. 2017. VOO-toimintamalli röntgenhoitajaopiskelijan ammattitaitoa edistävässä harjoittelussa. Taito2017. Konferenssiohjelma. Luettu: 24.5.2017 <http://taito2017.fi/files/2015/06/VOO-toimintamalli-r%C3%B6ntgenhoitajaopiskelijan-ammattitaitoa-edist%C3%A4v%C3%A4ss%C3%A4-harjoittelussa.pdf>

TAMK. 2014. Opetussuunnitelmat. AMK-tutkinto, Päivätoteutus. Röntgenhoitajakoulu-  
tus. Luettu 22.11.2016

<http://opinto-opas-ops.tamk.fi/index.php/fi/167/fi/49594/14RH/year/2014>

Teräs, M. 2016. Fuusiokuvantamisen laitetekniikka. 40. Sädeturvapäivät. Suomen Ra-  
diologiyhdistys, 46–47.

Tutkimuseettinen neuvottelulautakunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen louk-  
kausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Helsinki.

Valtioneuvoston asetus ammattikorkeakouluista 18.12.2014/1129

Velikyan, I. 2014. Prospective of  $^{68}\text{Ga}$ -Radiopharmaceutical Development. Theranostics  
4.1 (2014)

Velikyan, I. 2015.  $^{68}\text{Ga}$ -Based Radiopharmaceuticals: Production and  
Application Relationship. Molecules 20 (2015), 12913–12943.

Vilkka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Kustannus-  
osakeyhtiö Tammi.

Vilkka, H. 2006. Tutki ja havannoi. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vilkka, H. 2015. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: PS-kustannus.

## LIITTEET

### Liite 1. Kuvauslupa

## KUVAUSLUPA

Annan luvan kuvata itseäni sekä luvan käyttää saatua kuvamateriaalia Toni Jarkon ja Tiina Lankisen Tampereen ammattikorkeakoulussa tehtävään opinnäytetyöhön *ETURAUHASSYÖPÄPOTILAAN <sup>68</sup>GA-PSMA –TUTKIMUS - Opas röntgenhoitaja-opiskelijoille.*

He saavat haluamallaan tavalla käyttää kuvamateriaalia opinnäytetyössään. Lupa koskee sekä opinnäytetyötä että siihen liittyvää opasta ja kaikkia niiden julkaisumuo-  
toja.

Aika ja paikka: \_\_\_\_\_

Allekirjoitus: \_\_\_\_\_

Nimenselvennys: \_\_\_\_\_



# $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimus

Opas röntgenhoitajaopiskelijoille



## Eturauhassyövän PET-TT

TAYS Isotooppilaboratorio

## Sisällys

JOHDANTO .....	3
TÄRKEITÄ KÄSITTEITÄ & TEORIAA AIHEESTA .....	4
POTILAAN VASTAANOTTAMINEN JA VALMISTELU .....	5
ALKUHAASTATTELU.....	5
POTILAAN KANYLOINTI.....	5
TYÖN KIRJAAMINEN .....	5
LEPOHUONEESTA KUVAUSHUONEESEEN .....	5
POTILAAN ASETTELU JA SCOUT-KUVA.....	6
POTILAAN ASETTELU KUVAUSPÖYDÄLLE .....	6
KESKITTÄMINEN LASEREIDEN AVULLA.....	6
SCOUT-KUVA ELI TOPOGRAMMI .....	6
PROSTATAN DYNAAMINEN KUVAUS .....	7
RADIOAKTIIVISEN LÄÄKKEEN ANNOSTELU .....	7
DYNAAMISEN KUVAUKSEN ALOITUS .....	7
KUVAUKSEN LOPETUS JA POTILAAN OHJEISTAMINEN .....	7
TORSON PET-TT KUVAUS.....	8
POTILAS OHJATAAN KUVAUSHUONEESEEN .....	8
KESKITTÄMINEN LASEREIDEN AVULLA.....	8
SCOUT-KUVA ELI TOPOGRAMMI .....	8
KUVAUKSEN LOPETUS JA JÄLKIOHJEISTUS .....	8
SÄTEILYTURVALLINEN TYÖSKENTELY .....	9
ETÄISYYS .....	9
AIKA.....	9
VÄLIaine.....	9
KONTAMINAATORISKI JA SILTÄ SUOJAUTUMINEN .....	9
LÄHTEET .....	10

## Johdanto

### *Hyvä röntgenhoitajaopiskelija,*

Tämä opas on laadittu avuksesi isotooppitutkimusten ammattitaitoa edistävään harjoitteluun. Oppaan tarkoituksena on lisätä tietoa  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksesta sekä tutustuttaa tutkimuksen suorittamiseen.

Oppaassa on aluksi tiivis teoriapaketti, jonka tarkoituksena on avata tutkimuksen kannalta tärkeitä käsitteitä sekä kertoa tutkimuksen käyttöaiheista ja PET-TT-kuvantamisen perusteista.

Opas käy läpi vaihe vaiheelta  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimuksen alkaen potilaan vastaanottamisesta ja ohjauksesta radioaktiivisen lääkkeen annosteluun ja kuvauksen suorittamiseen. Huomionarvoisia seikkoja on nostettu esiin tekstin vierelle.

Oppaan lopussa on tärkeitä säteilyturvallisuuteen liittyviä asioita, jotka on hyvä huomioida PET-TT-tutkimuksia suorittaessa.

Opas on tehty opinnäytetyönä Tampereen ammattikorkeakoulun röntgenhoitajakoulutuksessa.

*Antoisia harjoitteluhetkiä!*

*Oppaan tekijät: Toni Jarkko & Tiina Lankinen*



Kuvantamiskeskus- ja  
apteekkiliikelaitos



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

## Tärkeitä käsitteitä & teoriaa aiheesta

Gallium-68 on  $\beta^+$ -säteilevä isotooppi, jonka puoliintumisaika on noin 68 minuuttia. Se on Germanium-68:n tytärnuklidi.  $^{68}\text{Ge}$ :n hajoaminen  $^{68}\text{Ga}$ :ksi tapahtuu radionuklidigeneraattorissa, josta se saadaan käytettäväksi eluoimalla suolahappoliuosta hyväksi käyttäen.

PSMA eli prostataspesifinen kalvoantigeeni (prostate specific membrane antigen) on 750 aminohaposta muodostunut, eturauhasen solukalvon pintaepiteelisoluissa sijaitseva glykoproteiini. PSMA:ta esiintyy pienissä määrin myös muissa elimissä eturauhasen lisäksi. PSMA:n esiintyvyys on erityisen runsasta eturauhassyöpäsoluissa ja niiden metastaseissa eli etäpesäkkeissä. Määrät voivat olla jopa 1000-kertaisia vastaaviin terveisiin eturauhassoluihin verrattuna.  $^{68}\text{Ga}$ -isotoopin on todettu sitoutuvan PSMA:n kohdereseptoreihin herkästi ja tarkasti. Tästä syystä  $^{68}\text{Ga}$ :lla leimatut radioaktiiviset lääkkeet ovat nopeasti syrjäyttämässä pitkään käytössä olleita koliini-pohjaisia radioaktiivisia lääkkeitä eturauhassyövän isotooppitutkimuksissa.

$^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimusta voidaan käyttää hyväksi monissa eturauhassyöpään liittyvissä kysymyksenasetteluissa. Sen avulla saadaan paikannettua eturauhassyöpäkasvain tarkasti ja kasvaimen koko saadaan selville. Syövän leviäminen läheisiin lantion alueen imusolmukkeisiin sekä syövän mahdollinen leviäminen etäpesäkkeinä voidaan selvittää tutkimusta apuna käyttäen.  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA -tutkimuksen käyttö soveltuu myös tapauksiin, missä eturauhasen poiston jälkeen potilaalla on todettu kohonnut PSA (prostataspesifinen antigeeni) -arvo. TAYSissa tutkimuksen primääri-indikaationa on paikantaa uusiutunut eturauhassyöpä sekä erottaa paikallinen tauti laajalle levinneestä.  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-tutkimusta varten potilaalla tulee aina olla lääkärin tekemä lähete.

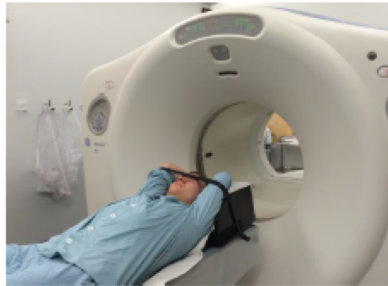
PET-TT on fuusiokuvantamista, jossa yhdistyy PET eli positroniemissiotomografia ja TT eli tietokonetomografia. PET-TT-laitte on tietokonetomografialaite, joka sisältää isotooppikuvantamiseen käytetyn PET-kameran. PET-TT-tutkimuksessa yhdistyy kehonrakenne eli anatomia ja kehontoiminta eli fysiologia. Samassa kuvaustilanteessa saadaan kehon toiminnasta kertova PET-kuva sekä anatominen TT-kuva, jotka voidaan yhdistää toisiinsa. Kuvaus voidaan tehdä ilman potilaan siirtymistä laitteesta toiseen. PET-TT on tarkempi kuvausmenetelmä verrattaessa erikseen otettuihin PET- ja TT-kuvauksiin. PET:illä radioaktiivisen lääkkeen kertymät saadaan selvitettyä ja TT-kuva auttaa paikantamaan löydöksen tarkan anatomisen sijainnin ihmiskehossa. Lisäksi TT:n avulla voidaan tehdä kuvasarjan vaimennuskorjaus. Vaimennuskorjauksella tarkoitetaan säteilyn vaimenemisen aiheuttamien vääristymien korjaamista. Säteily vaimenee kulkiessaan ihmiskehon läpi eri kudosten tiheyseroista johtuen ja aiheuttaa näin vääristymiä saapuessaan kuvadetektorille.

Positroniemissio (PET-TT:n perusta) on isotoopin radioaktiivisista hajoamista  $\beta^+$ -säteilynä. Positronin vuorovaikutus ympäröivän aineen kanssa on hyvin voimakasta. Positroni kulkee kudoksessa hyvin lyhyen matkan, kunnes se kohtaa elektronin ja nämä kaksi annihiloituvat, eli muuttuvat kokonaan energiaksi synnyttäen kaksi vastakkaisiin suuntiin lähtevää gammasäteilyfotonia. Positroniemission annihilaatiossa syntyvä gammasäteily on voimakasenergistä, molemmat fotonit ovat energialtaan 511 keV. Voimakkaalta gammasäteilyltä suojautuminen asettaa omat haasteensa, sillä se on erittäin läpitunkevaa.





## Potilaan asettelu ja scout-kuva



### Potilaan asettelu kuvauspöydälle

Potilasta pyydetään asettumaan selinmakuulle kuvauspöydälle pää gantrya kohti ja nostamaan kädet ylös pään vierelle. Käsivarsia voidaan tukea tarranauhojen ja tyynyjen avulla. Jos potilaan on mahdotonta nostaa käsiään hartiatason yläpuolelle, niitä voi pitää rinnan päällä. Tärkeää on, että kädet eivät ole lantion alueella kuvauksen aikana. Pitää huolehtia, ettei kanyyli tartu mihinkään asettelun tai kuvauksen aikana.

Kaikki metallinen tulee poistaa lantion alueelta. Pääliimmäiset housut voi avata ja laskea reisien päälle niin, että esimerkiksi vetoketjut tai napit saadaan rajattua pois kuva-alueelta.



### Keskittäminen lasereiden avulla

Keskittäminen tapahtuu lasereiden avulla. Potilaan on oltava suorassa ja sivulaserin kuljettava horisontaalisesti keskivartalon puolivälissä.

Keskittäminen kohdistetaan potilaan miekkalisäkkeeseen (processus xiphoideus). Kun pöytä on kohdallaan, poistutaan konsolihuoneen puolelle. Potilasta ohjeistetaan olemaan liikkumatta lyhyen suunnittelukuvauksen eli ns. scout-kuvan ajan.



### Scout-kuva eli topogrammi

Oikea potilas etsitään nimen/henkilötunnuksen avulla PET-TT-järjestelmästä ja tarkistetaan, että potilaan tiedot pitävät paikkansa. Radioaktiivisen lääkkeen aktiivisuus, määrä, anto aika sekä potilaan pituus ja paino kirjataan ohjelmaan.

Tämän jälkeen scout-kuvaus aloitetaan. Lisäksi tutkimus merkitään aloitetuksi RIS-järjestelmään.

Tutustu myös Kuvantamiskeskuksen työohjeisiin, jotka löydät säätötilasta kansiosta! Niissä on tarkat kuvausohjeet vaihe kerrallaan!

Dynaamista kuvausta varten tarvittava kuva-alue rajataan scout-kuvasta. Alue rajataan suoliluiden puolivälistä reisien yläosaan, trochanter minoreiden alapuolelle, niin että eturauhasen voidaan olettaa asettuvan kuvakentän puoliväliin.

Kun kuva-alue on rajattu, siirrytään säätötilasta takaisin kuvaushuoneeseen radioaktiivisen lääkkeen annostelua varten.

(Kuva: [https://images.radiopeedia.org/images/22648369/226879d8a4bed9ab9d664a4ccaf8c\\_big\\_gallery.jpg](https://images.radiopeedia.org/images/22648369/226879d8a4bed9ab9d664a4ccaf8c_big_gallery.jpg))

## Prostatan dynaaminen kuvaus



### Radioaktiivisen lääkkeen annostelu

Ennen lääkkeen annostelua varmistetaan, että potilaan kanyyli toimii hyvin. Tämä onnistuu tarkkailemalla keittosuolatiputusta ja potilasta.

Dynaamisen kuvauksen aloituksessa on tärkeää, että radioaktiivinen lääke annostellaan ja kuvaus aloitetaan täsmälleen samalla hetkellä.

Kun annosteleva hoitaja saa tiedon, että kaikki on valmista, hän ottaa lääkkeen suojalaatikosta, yhdistää sen kolmitiehanaan ja kertoo olevansa valmis annostelua varten. Radioaktiivinen lääke ruiskutetaan potilaalle, jonka jälkeen tyhjä ruisku ja hansikkaat suljetaan suojalaatikon sisään.

#### HUOM!

Nämä kaksi vaihetta tapahtuvat samaan aikaan!



### Dynaamisen kuvauksen aloitus

Kuvaus aloitetaan samaan aikaan kun radioaktiivinen lääke ruiskutetaan potilaalle. Kuvaushuoneessa oleva hoitaja odottaa konsolilla ja on valmiina aloittamaan kuvauksen, kun saa tiedon lääkettä annostelevalta hoitajalta.

PET-kuvauksessa ei käytetä röntgensäteilyä, jonka vuoksi se voidaan aloittaa muiden hoitajien vielä lopetellessa omia työtehtäviään kuvaushuoneessa.



### Kuvauksen lopetus ja potilaan ohjeistaminen

Dynaaminen kuvaus kestää noin 8 minuuttia. Sen tarkoituksena on paikantaa poikkeavat kertymät prostatan alueella, jotka myöhemmin, radioaktiivisen lääkkeen erittyessä virtsaan, voisivat kuvassa jäädä virtsarakossa tai virtsateissä olevan aktiivisuuden peittoon.

Kun kuvaus on ohi, potilaalta poistetaan kanyyli. Potilasta ohjataan poistumaan kuvaushuoneesta aulan puolelle noin tunnin ajaksi odottamaan kuvauksen toista vaihetta.

Muista säteilyturvallinen työskentely potilaan kanssa! Katso sivu 9!

## Torson PET-TT kuvaus

### Potilas ohjataan kuvaushuoneeseen

Tunnin odotuksen jälkeen potilasta pyydetään käymään wc:ssä tyhjentämässä virtsarakkonsa ja tämän jälkeen hänet ohjataan kuvaushuoneeseen

Potilaalle voi jo tässä vaiheessa ohjeistaa, että tuleva kuvausvaihe kestää noin puoli tuntia ja korostaa, että on tärkeää pysyä samassa asennossa liikkumatta mahdollisimman hyvin koko kuvauksen ajan.

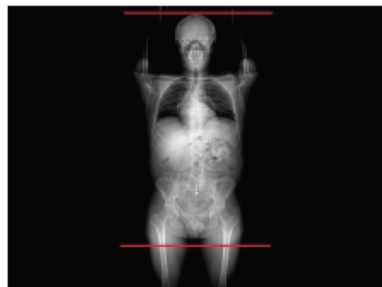
Potilasta pyydetään asettumaan selinmakuulle kuvauspöydälle pää gantrya kohti ja nostamaan kädet ylös pään vierelle. Käsivarsia voidaan tukea tarranauhojen ja tyynyjen avulla. Jos potilaan on mahdotonta nostaa käsiään hartiatason yläpuolelle, voidaan ne tukea vartalon vierelle. Tärkeää on, että kädet eivät ole vartalon päällä kuvauksen aikana.



### Keskittäminen lasereiden avulla

Keskittäminen tapahtuu lasereiden avulla. Potilaan on oltava suorassa ja sivulaserin kuljettava keskivartalon puolivälissä.

Keskittäminen kohdistetaan potilaan rintalastan kraniaalipäähän, jugulumkuoppaan. Kun pöytä on kohdallaan, poistutaan konsolihuoneen puolelle. Potilasta ohjeistetaan olemaan liikkumatta lyhyen suunnittelukuvauksen eli ns. scout-kuvan ajan.



### Scout-kuva eli topogrammi

Torson kuva-alue rajataan scout-kuvan perusteella potilaan pään yläpuolelta reisien yläosiin. TT-sarja otetaan ennen PET-kuvausta (toisinpäin jos kuvauksessa käytetään varjoainetta).

Tarkan kuvausajan määrittää potilaan pituus. PET-kuvauksen kesto määritellään kaistojen lukumäärän mukaan. Tässä tutkimuksessa yhden kaistan kuvaus kestää 4 min. Esim. jos kaistoja tarvitaan 6 kpl, on kuvauksen kesto  $6 \times 4 \text{ min} = 24 \text{ minuuttia}$ .

(Kuva: [https://en.wikipedia.org/wiki/CT\\_scan#/media/File:CT\\_ScoutView.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/CT_scan#/media/File:CT_ScoutView.jpg))



### Kuvauksen lopetus ja jälkiohjeistus

Kuvauksen päätyttyä potilas päästetään pois kuvauspöydältä ja hän voi pukeutua ja lähteä kotiin.

Potilaalle muistutetaan hyvän nesteytyksen tärkeydestä. Potilasta voi neuvoa juomaan normaalia runsaammin, sillä radioaktiivinen lääke poistuu elimistöstä virtsan mukana. Lisäksi potilaalta on hyvä varmistaa, että hänelle on selvää, miten ja milloin hän kuulee tutkimuksen tuloksista.



## Säteilyturvallinen työskentely



### Etäisyys

Säteily vaimenee käänteisesti etäisyyden neliölain mukaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työntekijöiden tulee pysytellä mahdollisimman kaukana säteilylähteestä aina, kun mahdollista kuitenkin potilasturvallisuutta vaarantamatta.

Työntekijät voivat pitää muutaman metrin etäisyyttä potilaaseen esimerkiksi ottamalla aina askeleen taaksepäin potilaalle puhuttaessa. Radioaktiivista lääkettä käsiteltäessä käytetään hyödyksi etäisyyttä kasvattavia apuvälineitä kuten pihtejä sekä oman käsivarren mittaa.



### Aika

Altistusaika säteilylle kannattaa pitää niin lyhyenä, kuin mahdollista. Ripeät ja hyvin hallitut työskentelytavat esimerkiksi radioaktiivisen lääkkeen annostelussa ja kanyylia poistettaessa lyhentävät altistusaikaa.

Potilaan ohjaus ja informointi tutkimuksen etenemisestä kannattaa suorittaa ennen kun hänelle on injisoitu radioaktiivista lääkettä.

#### HUOM!

Säteilylähde voi olla varsinainen radioaktiivinen lääke, sitä sisältävä ruisku, sekä potilas jolle ainetta on injisoitu!



### Väliaine

Kun säteilylähde ei käytetä, sen tulee olla peitettynä siihen tarkoitetuilla suojilla. Lyijyä tarvitaan paksu, usean senttimetrin kerros voimakasenergisien gammasäteilyn pysäyttämiseksi.

Säteilylähde voidaan sijoittaa esimerkiksi lyijytilien ja -sermien taakse, kun sitä ei käytetä. Ruiskun ympärille on olemassa sitä varten suunnitellut ruiskunsuojat. Ruiskua säilytetään ja siirretään paikasta toiseen kuljetuslaatikon sisällä. Huomaa, että myös aineen annostelun jälkeen tyhjä ruisku sekä mahdolliset kontaminoituneet hansikkaat ja muu materiaali tulee sulkea laatikkoon ja hävittää asianmukaisesti!

## Kontaminaatoriski ja siltä suojautuminen

Isotooppilaboratoriossa käytetään avolähteitä ja tällöin on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei radioaktiivinen aine pääse altistamaan työntekijää ulkoisen säteilyn lisäksi myös sisäiselle säteilylle. Tämän voi aiheuttaa hengitysilman tai työskentelytasojen ja pintojen kontaminaatio avolähteellä.

Kontaminaatoriskin vähentämiseksi ja säteilylle altistumisen estämiseksi on olemassa erilaisia työskentelytapoja ja määräyksiä. Tarpeetonta tai luvattonta oleskelua ja liikkumista isotooppilaboratoriossa on vältettävä. Laboratorio on pidettävä kokonaisuudessaan puhtaana. Radioaktiivinen aine on siirrettävä mahdollisimman ripeästi, jotta se on isotooppilaboratorion ulkopuolella mahdollisimman lyhyen ajan. Syöminen ja juominen laboratoriossa on kiellettyä. Radioaktiivisia aineita käsiteltäessä on aina käytettävä hansikkaita. Lisäksi kaikki kontaminoituneet materiaalit, kuten hansikkaat ja potilaan verellä tahriutuneet tufferit tulee hävittää asianmukaisesti.

## Lähteet

Hess, S. & Flemming Høiland-Carlson, P. 2014. Contribution of FDG to Modern Medicine, Part I. *Pet Clinics* vol 9, num 4 (2014)

Knuuti, J. & Kajander, S. 2006. Kliininen Radiologia. Isotooppitutkimukset, molekyyli- ja fuusiokuvantaminen. Oppiportti. Kustannus Oy Duodecim. Luettu: 27.5.2017 <http://www.oppiportti.fi/op/krd01301/do>

Korkola, P. 2009. PET-CT: Tekninen näkökulma. Radiografiapäivät MMIX. Tampere: Suomen Röntgenhoitajaliitto ry.

Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos. 2016 a. Eturauhassyövän PET-TT (Ga68-PSMA). Ohjekirja – Isotooppilääketieteen tutkimukset.

Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos. 2016 b. Eturauhassyövän PET-TT (JN4LR, JN4SR) Työohje.

Mandell, J. 2013. *Core Radiology*. New York: Cambridge University Press

Mease, R.C., Foss, C.A. & Pomper, M.G. 2013. *PET Imaging in Prostate Cancer: Focus on Prostate-Specific Membrane Antigen*. National Institutes of Health. Baltimore: Beltham Science Publishers.

Nikkinen 2003. Säteilyturvallisuuteen liittyviä näkökohtia. Sädeturvallisuus isotooppilaboratoriossa. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V. & Vanninen, E. (toim.) *Kliininen fysiikka ja isotooppilääketiede*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim

Perera, M., Papa, N., Christidis, D., Wetherell, D., Hofman, M.S., Murphy, D.G., Bolton, D. & Lawrentschuk, N. 2016. Sensitivity, Specificity, and Predictions of Positive <sup>68</sup>Ga-Prostate-specific Membrane Antigen Positron Emission Tomography in Advanced Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *European Urology* 70 (2016), 926–937.

Schreiter, V., Reimann, C., Geisel, D. & Schreiter, N.F. 2016. Nuclear Medicine Imaging of Prostate Cancer. *Fortschr Röntgenstr* 188 (2016), 1038.

Seppänen, M., Kajander, S., Kemppainen, J & Minn, H. 2011. Positroniemission tomografian ja tietokonetomografian yhdistelmä syövän diagnostiikassa. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 127(11), 1117–1127.

SNMMI. 2012. *Molecular Imaging and Prostate Cancer*. Luettu 27.5.2017. [https://www.snmmi.org/files/FileDownloads/Patients/FactSheets/Prostate\\_factSheet.pdf](https://www.snmmi.org/files/FileDownloads/Patients/FactSheets/Prostate_factSheet.pdf)

Statkiewicz Sherer, M.A., Visconti, P.J., Ritenour, E.R & Welch Haynes, K. 2011. *Radiation protection in medical radiography*. Maryland Heights: Elsevier Mosby.

STUK. 2016. Isotooppilääketieteen TT-opas. STUK Opastaa / marraskuu 2016. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

STUK. 2016. Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä. ST-ohje 6.1. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

Taatala, T. 2017. Asiantuntijahaastattelu. Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos. Isotooppilaboratorio.

Velikyan, I. 2014. Prospective of <sup>68</sup>Ga-Radiopharmaceutical Development. *Theranostics* 4.1 (2014)

(Kannen kuva: <http://hdwy.com/wallpapers-61/radioactive-logo-art-wallpaper.html>)

Kaikki julkaisussa käytetyt kuvat ovat tekijöiden itse ottamia, ellei toisin mainittu.